

**Die circadiane Periodik des Menschen
unter dem Einfluß schwacher elektrischer
Wechselfelder am Beispiel von
Temperatur, Blutdruck und Puls**

Vorgelegt

von

Tim Christian Albrecht Krafft

aus

Offenbach

1976 12 93



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543128_0071

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. L. Demling

Die circadiane Periodik des Menschen
unter dem Einfluß schwacher elektrischer
Wechselfelder am Beispiel von Temperatur,
Blutdruck und Puls.

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Tim Christian Albrecht Krafft
aus
Offenbach

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. L. Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 09. Februar 1976

MEINEN LIEBEN ELTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

Herrn Dr. med. K. GRASSER, dem Lehrbeauftragten für
Luft- und Raumfahrtmedizin an der Universität
Erlangen-Nürnberg, möchte ich für die jederzeit
freundliche Beratung und großzügige Hilfe danken.

Der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-
Nürnberg und dem Bayerischen Roten Kreuz danke ich
für das Überlassen von Verpflegung und Versuchs-
material.

Herrn Dipl. Math. H. PRESTEL danke ich für seine
Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Gliederung:

Seite

1. Einleitung	1
2. Literaturbesprechung	2
2.1. Die circadiane Rhythmik der Temperatur	8
2.2. Die circadiane Rhythmik des Blutdrucks	8
2.3. Die circadiane Rhythmik des Pulses	11
2.4. Die circadiane Rhythmik anderer Parameter	12
2.5. Die Beeinflussung der circadianen Periode	13
2.5.1. Elektrische Wechselfelder	14
2.6. Der plötzliche Wechsel der Phase der Zeitgeber: Der Transmeridianflug	18
3. Eigener Versuch	21
3.1. Zielsetzung	21
3.2. Versuchsaufbau	22
3.3. Versuchsmethodik	22
3.4. Statistische Behandlung der Meßergebnisse	24
3.5. Ergebnisse	26
3.5.1. Die horizontalen Mittelwertskurven	26
3.5.1.1. Temperatur	26
3.5.1.2. Systolischer Blutdruck	31
3.5.1.3. Diastolischer Blutdruck	35
3.5.1.4. Blutdruckamplitude	39
3.5.1.5. Puls	42
3.5.2. Die Gleichwerte der Parameter und ihre Standardabweichung	50
3.5.3. Die Maxima der Individualkurven	51
3.5.4. Die Mittelwerte der einzelnen Tagesabschnitte	53
3.5.5. Zusammenfassung	57
4. Diskussion	58
5. Tabellarischer Anhang	62
6. Quellen	67
7. Begriffserklärung	76

Die circadiane Periodik des Menschen unter dem Einfluß schwacher elektrischer Wechselfelder am Beispiel von Temperatur, Blutdruck und Puls.

Übersicht:

Die orale Körpertemperatur, der Blutdruck und der Puls wurden bei 15 Probanden unter der Wirkung eines elektrischen Wechselfeldes mit 10 Hz und von jeweils 0, 5 und 10 V/m in einstündigen Abständen gemessen. Die einzelnen Parameter zeigten unter den verschiedenen Feldern unterschiedliche Reaktionen, doch kann vermutet werden, daß die Felder von der Stärke 5 V/m und 10 V/m antagonistisch auf die Parameter wirken.

The circadian rhythm of Man under the influence of weak electrical alternating fields measured by temperature, blood pressure, and pulse.

Survey:

Oral body temperature, blood pressure, and pulse was studied with 15 test persons under the effect of an alternating electrical field with 10 Hz and of 0, 5, and 10 V/m each in hourly intervals. The individual parameters showed reaction differences in the different fields. It may be assumed, however, that the fields in the strength of 5 V/m and 10 V/m effect the parameter antagonistically.

1. Einleitung

Noch nie war das Fliegen so populär wie in diesen Tagen. Die Tendenz zeigt aber auch für die Zukunft noch ein exponentielles Ansteigen der Passagier- und Frachtraten. Diese Feststellungen sind nicht neu, doch weisen sie - wenn man sie genauer überdenkt - auf eine ganze Reihe von Umständen hin, denen man in dem Maße Aufmerksamkeit wird schenken müssen, in dem diese Aufwärtsentwicklung in der Zivilluftfahrt anhält.

Im Gegensatz zu vergangenen Zeiten kann man das Flugzeug in diesem Jahrzehnt als ein Volks-Transportmittel, als die "Postkutsche des 20. Jahrhunderts" bezeichnen. Wirtschaftliche Aspekte haben dazu geführt, daß das Angebot auch solche Bevölkerungskreise anspricht, die aus eigener Initiative nicht geflogen wären. An dieser Stelle sei ein aktuelles Angebot erwähnt, das Rentnern ermöglichen soll, den Winter in klimatisch günstigeren Zonen zu verbringen.

So steigt ständig die Zahl der Fluggäste, die sich den für sie unbekannten Belastungen eines Fluges unterwerfen. Dies führte dazu, daß auch bei der Zahl der Zwischenfälle eine steigende Tendenz zu beobachten ist. Doch auch Umstände, denen man bis dahin keine besondere Bedeutung zugemessen hatte, erhalten einen grösseren Stellenwert. Hierzu gehört die Anpassung der Flugpassagiere an die neue Ortszeit nach einem schnellen Flug über mehrere Zeitzonen. Es können sich schwere Befindensstörungen einstellen, wie Übelkeit, Schlaflosigkeit, Schwächezustände, die bis zu einem Kreislaufkollaps führen können.

Diese Störungen sind in den vergangenen Jahren systematisch untersucht worden und konnten eindeutig mit der sogenannten circadianen Periodik des Menschen in Zusammenhang gebracht werden.

Erst als dies gesichert war, ergab sich die Möglichkeit, die Ergebnisse in die Betrachtungen einzubeziehen, die von den flugmedizinischen Aspekten auf dem Gebiet der Chronobiologie veröffentlicht worden waren. Daß es möglich sein würde, die circadiane Periodik des Menschen durch schwache elektrische Wechselfelder zu beeinflussen, war zuerst nur eine Vermutung. Heute ist es Gegenstand von allgemeinem wissenschaftlichen Interesse. Zu diesem Punkt soll die vorliegende Arbeit ein Beitrag sein.

2. Literaturbesprechung

Das konkrete Studium zeitabhängiger periodischer Prozesse in den Organismen ist noch nicht dreissig Jahre alt. Nach dem Krieg befassten sich J.ASCHOFF und R.WEGER mit Experimenten, die zeigen sollten, welcher Natur die verschiedenen biologischen Rhythmen sind, die zu jener Zeit bekannt waren.

Sie kamen zu dem Schluß, daß nahezu sämtliche meßbaren biologischen Funktionen in ihren Größen tagesperiodisch variieren, d.h. daß diese Funktionen im Verlauf von 24 Stunden ihre Werte periodisch ändern (1). Dies galt nicht nur für Großen, die direkt gemessen werden konnten, wie z.B. die Körpertemperatur, Stoffwechselgrößen, Wirkstoffkonzentrationen, Zellteilungsraten usw., sondern auch für Empfindlichkeiten gegenüber äußeren Reizen, wie z.B. Reaktionen gegenüber Giften, Narkotika oder auch Röntgenstrahlen (2).

Die Vermutung lag nun nahe, daß diese Rhythmen durch den Wechsel der astronomischen und physikalischen Gegebenheiten erzeugt würden. Nach eingehenden Untersuchungen erkannte man jedoch, daß die Rhythmen auch

bei konstanten Umgebungsbedingungen fortbestanden (3, 45).

Bei genauerer Betrachtung zeigte sich aber, daß die Periode der beobachteten Parameter nicht mehr exakt 24 Stunden betrug, sondern geringfügig von diesem Wert abwich (4). Da sämtliche Umweltperiodizitäten in diesem Bereich auf der Erdumdrehung basieren und damit nur Perioden von exakt 24 Stunden haben können (oder von 24,48 Stunden, entsprechend der scheinbaren Dauer des Mondumlaufes), war mit diesem Ergebnis der eindeutige Beweis dafür erbracht, daß diese "circadiane Periodik" nicht durch äußere Periodizitäten induziert sondern endogenen Ursprungs war. Die Periode, deren Rhythmus nur vom Individuum selber gesteuert wurde, nannte man autonome Periode.

Diese autonome Periode konnte für zahlreiche Lebewesen - vom Einzeller bis zu Primaten - nachgewiesen werden, sie konnte sogar über mehrere Generationen erhalten werden, ohne daß sie erlosch (5).

An diesem Punkt erhob sich die Frage, ob auch beim Menschen eine solche autonome Periode nachweisbar sei. Zur Klärung wurde auf dem Gelände des Max-Planck-Instituts in Erling-Andechs ein Versuchsbunker errichtet, in dem bis 1971 über 160 Versuchspersonen für den Versuchszeitraum von allen äußeren Einflüssen total abgeschirmt wurden (5b). Es zeigte sich, daß auch beim Menschen - unter den entsprechenden Umständen - sonst synchronisierte Parameter autonom ablaufen können. Als Parameter wurde u.a. der Aktivitäts-Ruhe-Rhythmus - in der Folge nur noch als AR-Rhythmus bezeichnet - gewählt. Er gibt die subjektive Tageslänge des Probanden an. Während dieser Versuche "verloren" oder "gewannen" die Versuchspersonen bei einer objektiven Versuchsdauer von ca. 26 Tagen subjektiv bis zu einem Tag (Abb.1).

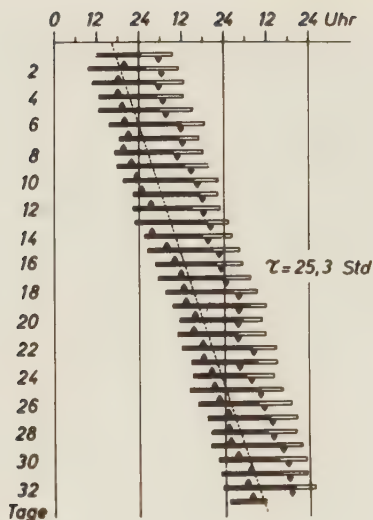


Abb.1: Autonome circadiane Periodik einer Versuchsperson unter konstanten Bedingungen. Dargestellt sind Aktivitätsperiodik (Balken; schwarz: Aktivität; weiß: Ruhe) und Rektaltemperaturperiodik (Dreiecke; zeitliche Lage der Maxima $\blacktriangle$ und der Minima $\blacktriangledown$). Aufeinander folgende Perioden sind zeitgerecht untereinander gezeichnet, die Ordinate bezeichnet daher (von oben nach unten) die Folge der subjektiven Tage. Abszisse: Ortszeit.

Die in Abb.1 angegebene Darstellungsweise wirkt anfänglich etwas verwirrend, doch hat sie sich auf dem Gebiet der Chronobiologie durchgesetzt und auch bewährt, da man an ihr das "Vor- oder Rücklaufen" einer subjektiven Periode gegenüber dem objektiven 24-Stunden-Tag besonders gut zum Ausdruck bringen kann. Die Gesamtheit der Versuche zeigte, daß die autonome Periode des AR-Rhythmus um ein geringes länger war als die des natürlichen Tages, nämlich $T = 24,58 \text{ Stunden} \pm 25 \text{ Minuten}$. (Abb.2)

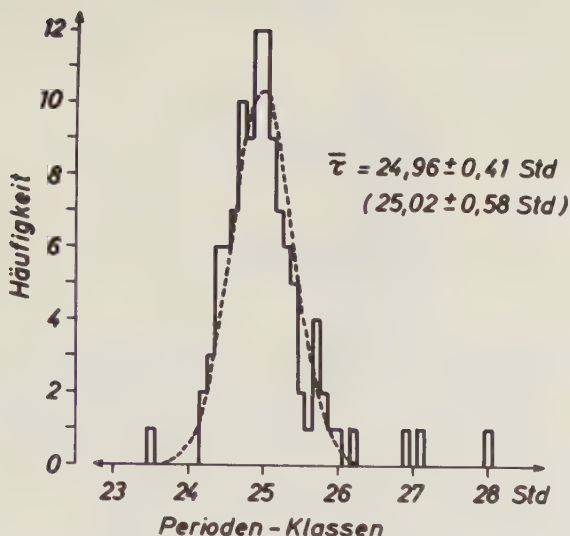


Abb.2: Häufigkeitsverteilung aller bisher gemessenen autonomen Perioden. Gestrichelte Kurve: dazugehörige Normalverteilung, errechnet ohne die vier herausfallenden Einzelwerte. Periodenwert und Standardabweichung der Periodenwerte, errechnet ohne und (in Klammern) mit Berücksichtigung der vier herausfallenden Einzelwerte.

Die in Abb.2 dargelegten Werte der menschlichen Spontanperiode unterscheiden sich statistisch gesichert ($p < 0.0001$) nicht nur von der Periode der Erdumdrehung (24 Std.), sondern auch ($p < 0.01$) von der scheinbaren Mondumlaufzeit (24,48 Std.). Es ist weiterhin gesichert, daß die autonome Periode weder vom Geschlecht noch vom Alter beeinflusst wird (55).

Wie verhalten sich aber einzelne Parameter, an denen man einen autonomen Verlauf gemessen hat, zueinander? Am Beispiel des Zusammenwirkens von AR-Periode und Temperaturperiode zeigte sich, daß sie unter äußeren

Zeitgebern eine andere Phasenbeziehung unter einander aufweisen als im freien Lauf. (Abb.3)

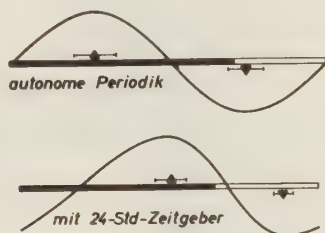


Abb.3: Gemittelter Verlauf der Rektaltemperaturperiodik relativ zur AR-Periodik (Balken; schwarz: Aktivität; weiß: Ruhe). Dreiecke: zeitliche Lage der Extremwerte der Temperaturperiode und ihre Abweichung. Oben: gemessen unter konstanten Bedingungen. Unten: gemessen unter dem Einfluß eines 24-Stunden-Zeitgebers.

WEVER stellte zwei Theorien auf, die dieses Phänomen erklären könnten:

- 1.) Das circadiane System besteht aus einer Mutteruhr und vielen Tochteruhren, die zwar von der Mutteruhr angetrieben werden, aber variabel an sie gekoppelt sind.
- 2.) Das circadiane System besteht aus einer Anzahl von Uhren, von denen jede einen eigenen Antrieb hat, die aber untereinander gekoppelt sind, deren Lauf also auf andere Vorgänge abgestimmt ist.

Es ist WEVER gelungen, unter bestimmten Bedingungen zwei Oszillatoren voneinander zu trennen. Beide liefen in einem eigenen, voneinander verschiedenen Rhythmus weiter. Dies sprach für die zweite Theorie, da eine Tochteruhr, würde sie von der Mutteruhr getrennt, unweigerlich stehenbleiben müßte.

Abb.4 zeigt ein Versuchsergebnis, das diese Deutung zuläßt.

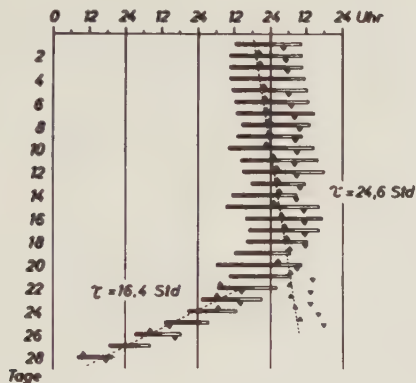


Abb.4: Autonome circadiane Periodik einer Versuchsperson unter konstanten Bedingungen. Bezeichnungen s.Abb.1; leere Dreiecke: zeitgerechte Wiederholungen bereits dargestellter Rektaltemperaturperioden. Während des Versuchs tritt spontan interne Desynchronisation auf.

Liegt ein Verlauf wie in Abb.4 vor, spricht WEVER von "interner Desynchronisation".

Alle bisher untersuchten vegetativen Funktionen können gegeneinander desynchronisieren. Sie nehmen dann stets eine Periode an, die der 24-Stunden-Tagesperiode genähert ist. Allein der AR-Rhythmus nimmt nach dem Punkt der Trennung Perioden an, die große Überdurchschnittliche Abweichungen von dem Wert der Tagesperiode darstellen. Sie sind langsamer oder schneller als die des astronomischen Tages.

Unabhängig von den Versuchen von ASCHOFF und WEVER finden die Parameter, die in dieser Arbeit behandelt werden, folgende Beschreibung:

2. 1. Die circadiane Rhythmik der Temperatur

GIERSE (16) beschrieb 1842 erstmals den Tagesgang der Körpertemperatur; es waren aber erst LICHTENFELS und FROHLICH (40), die 1852 den Tagesgang so beschrieben, wie er heute noch gilt: gleichmäßiger Anstieg bis zum Nachmittag bzw. frühen Abend - mit einer "Streubreite in der Position des Maximums von 4 Stunden" - und rapidem Abstieg bis 3 - 5 Uhr.

Die Körpertemperatur weist eine ziemlich konstante Rhythmik auf. Ihre prozentuale Abweichung vom 24-Std.-Gang beträgt $\pm 1.4 \%$, bei den 17 OH-Corticosteroiden dagegen $\pm 68 \%$ (28). Sie ist weitgehend unabhängig von den verschiedensten Stimuli sowie von Mahlzeiten oder kontinuierlicher Ruhelage, und ist stabiler als der AR-Rhythmus, der Puls und die Harnausscheidung von Na und Cl. Nur die K-Ausscheidung hat in ihrem Verlauf eine geringere Abweichung vom Mittelwert als die Temperatur. (26, 27, 34, 41, 52) Beeinflussbar ist die Temperatur-Rhythmik - außer durch Veränderung der natürlichen Zeitgeber - durch elektrische Wechselfelder (55) oder durch Stress (21). (Abb.5)

2. 2. Die circadiane Rhythmik des Blutdrucks

1947 veröffentlichte FRANKE (12, 13) Ergebnisse, die entsprechend der Temperatur zeigen, daß der Blutdruck auch eine 24-Stunden-Periode aufweist, die nicht vom Einfluß von Licht, von Mahlzeiten oder anderen Einflüssen des täglichen Lebens abhängt. Der tagesperiodische Gang des systolischen Blutdrucks hat jedoch einen anderen Charakter als der der Temperatur. Er weist zwei Gipfel auf: den einen zwischen 10 und 12 Uhr, den anderen um etwa 18 Uhr. Hiernach fällt der systolische Blutdruck kontinuierlich ab, bis er um etwa 3 Uhr seinen niedrigsten Wert erreicht. (Abb.6)

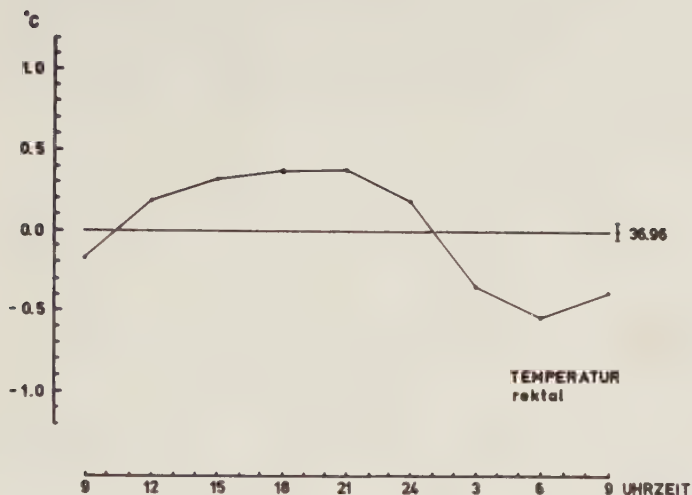


Abb.5: Rektaltemperatur-Kurve

Dieser Verlauf entspricht auffallend dem der Kurve der Leistungsbereitschaft über 24 Stunden nach GRAF (18), auf die später noch einmal zurückzukommen sein wird.

Einen Hinweis auf die Abhängigkeit des Blutdrucks von der Tageszeit hatte die Wissenschaft schon relativ früh erhalten. Herz- und Kreislaufkranke erlitten ihre apoplektischen Insulte vorwiegend nachts zwischen 2 und 3 Uhr (58). Inzwischen scheint es durchweg anerkannt zu sein, daß solche Insulte als Folge einer Ischämie auftreten können, die momentan durch einen sinkenden Blutdruck entstanden ist, und daß nicht ausschließlich eine Thrombose für solche Ereignisse verantwortlich ist. Es

sind aber nicht nur bestimmte apoplektische Insulte, die auf den - während bestimmter Stunden des Morgens - niedrigen Blutdruck zurückzuführen sind, sondern auch die in diesem Zeitraum dominierenden Schwächezustände. Napoléon wird das Wort vom "Zwei-Uhr-Morgens-Mut" zugeschrieben mit der Feststellung, daß man Tapferkeitsleistungen von einem Soldaten um diese Zeit nicht verlangen könne.

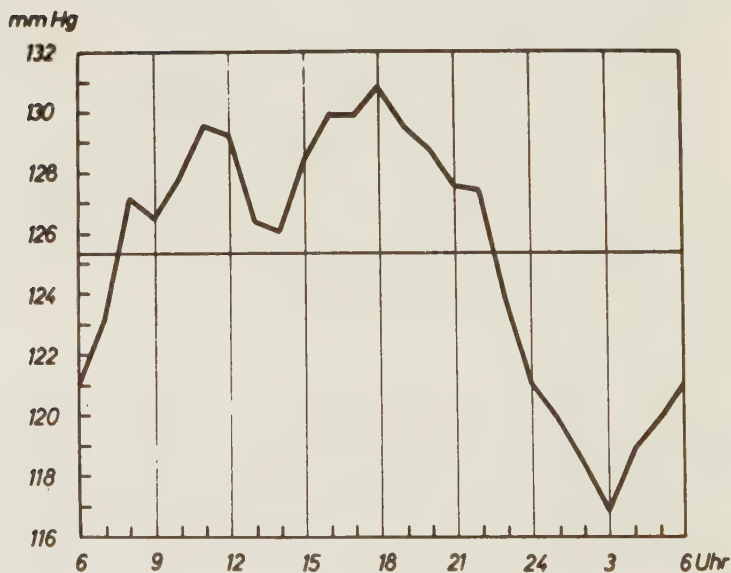


Abb.6: Summationskurve des systolischen Blutdrucks von 120 kreislaufgesunden Patienten

2. 3. Die circadiane Rhythmik des Pulses

Welches die ersten Veröffentlichungen über den Tagesverlauf des Pulses waren, konnte nicht ermittelt werden. N.KLEITMAN und A.RAMSROOP (34, 35) sprechen 1948 von früheren Veröffentlichungen über dieses Thema, ohne genauere Angaben darüber zu machen. In ihren eigenen Untersuchungen zeigen sie, daß der Puls keinen so eindeutigen Tagesgang hat wie z.B. die Temperatur. Sein Verlauf ist unregelmäßig und zeigt bei verschiedenen Probanden, von denen jeder über 150 Tage gemessen wurde, unterschiedliche "Charakteristika".

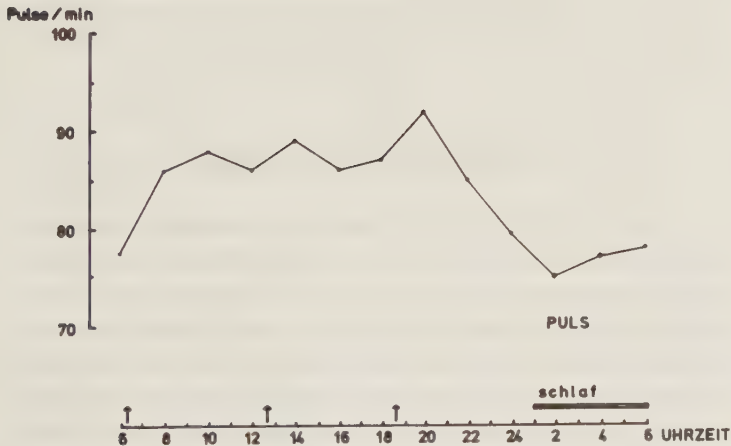


Abb.7: Mittelkurve der Pulskurven von 168 Tagen einer Versuchsperson. Die Pfeile zeigen die Zeitpunkte, zu denen Mahlzeiten eingenommen wurden.

Es hat den Anschein, als ob eine relativ große Zahl von Faktoren einen direkten Einfluß auf den Puls ausüben würde. Von besonderer Bedeutung scheinen unter diesen Faktoren die Mahlzeiten zu sein, deren Einnahmezeitpunkt in Abb.7 durch Pfeile gekennzeichnet ist. In der Kurve in Abb.7 wird der Pulsverlauf eines Probanden angegeben, der drei Mahlzeiten am Tag einnahm. Er zeigt im Anschluß an jede Mahlzeit einen Pulsanstieg. Bei einem anderen Probanden, der nur zwei Mahlzeiten am Tag einnahm, zeigten sich nur zwei Gipfel.

Die Vermutung, daß - wie beim Kaltblüter - auch beim Menschen eine Korrelation zwischen Puls und Temperatur vorliegt, konnte nicht bestätigt werden.

A. GRADL (17) gibt in einer jüngeren Untersuchung an, dass der Puls auf einen Temperaturunterschied mit einer allgemeinen Erhöhung und bei einer Zeitverschiebung mit einem Absinken antwortet.

2. 4. Die circadiane Rhythmik anderer Parameter

Außer den Parametern, die in dieser Arbeit herangezogen, und denen, die in den vorangehenden Abschnitten erwähnt wurden, gibt es eine Vielzahl von Funktionen, für die eine circadiane Periode nachgewiesen werden konnte. Neben den für die pharmakologische Industrie äußerst wichtigen Untersuchungen über die rhythmische Ausscheidung von Elektrolyten und 17 OH-Corticosteroiden wurden vor allem noch die Kraftentwicklung und die Reaktionszeit in einer Reihe voneinander abweichender Versuchsanordnungen studiert (9, 25). - Ein weiterer Parameter, der einen circadianen Rhythmus aufweist, ist die Leucozyten-Konzentration.

2. 5. Die Beeinflussung der circadianen Periode

In dem Maße, in dem man sie für einen Versuch auszu-schalten suchte, wurde man sich ihrer erst richtig bewußt: der sogenannten "Zeitgeber". Und in dem Maße, in dem man erkannte, daß die autonomen Perioden der einzelnen biologischen Funktionen einen vom 24-Stunden-Tag abweichenden Rhythmus hatten, begann man auch zu untersuchen, welche Faktoren geeignet waren, den Organismen den "normalen" 24-Stunden-Rhythmus aufzuzwingen. In Bezug auf den Menschen und die Primaten lagen einige Faktoren auf der Hand. Es ließ sich bald beweisen, daß der Licht-Dunkel-Wechsel einer der hervorragendsten Zeitgeber war (55). Innerhalb eines bestimmten Mitnahmebereichs konnte der Versuchsleiter mittels eines periodischen Ein- und Ausschaltens der Beleuchtungsanlage den AR-Rhythmus seiner Versuchspersonen willkürlich verkürzen oder verlängern. Es konnte gefunden werden, daß der Mitnahmebereich zwei Stunden betrug, d.h. die aktuelle Periode innerhalb eines Tages konnte um zwei Stunden verlängert oder verkürzt werden.

In den Tierversuchen stellten sich bald die Parameter Temperatur und Schall als Zeitgeber heraus. Man kam aber zu dem Schluß, daß die beiden letztgenannten Faktoren als Zeitgeber für den Menschen nicht uneingeschränkt akzeptiert werden konnten. Der Widerspruch begründete sich in der Annahme, daß Reize, die durch das Bewußtsein mit wahrgenommen werden, auch von dem Bewußtsein beeinflußt werden würden. Dies konnte aber für einen anderen Faktor, das elektrische Wechselfeld, nicht gesagt werden.

2. 5. 1. Elektrische Wechselfelder

WEVER war auf die Wirksamkeit atmosphärischer Felder durch den Vergleich der Reaktionen der Probanden der beiden ihm zur Verfügung stehenden Versuchsräume gekommen (56). Diese beiden Räume waren vollkommen gleich bis auf ihre elektrische Abschirmung. Der eine - rechts - war abgeschirmt, der andere - links - nicht. (Abb.8)

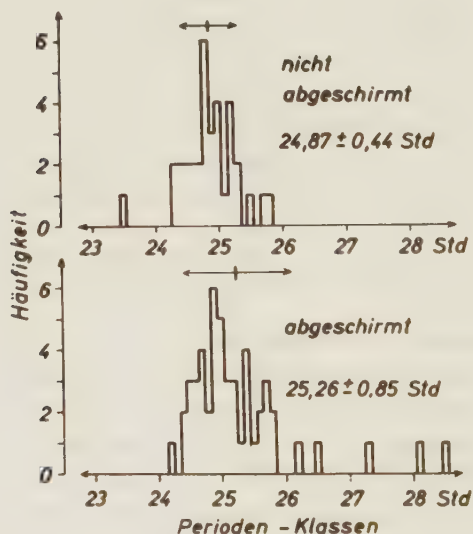


Abb.8: Häufigkeitsverteilungen der autonomen Perioden bei allen Versuchen im linken Raum (oben) und bei allen Versuchen im rechten Raum (unten) bis 31.12.69. Zahlen: Mittelwerte und Standardabweichungen.

Die Signifikanz der Differenz zwischen den beiden Kollektiven (t -Wert = 2.50 nach Elimination von 10 aberrierenden Ergebnissen, davor t = 2.47) deutete unmißverständlich darauf hin, daß die physiologischen Erdfelder auf die circadiane Periode des Menschen wirken.

Es kamen nach REITER (48) folgende Elemente in Frage:

- 1.) das Luftelektrische Feld mit seinen verschiedenen Variationen und Schwankungen
- 2.) Luftelektrische Ströme
Luftelektrische Ausgleichsströme
Maxwell'sche Verschiebungsströme
- 3.) Ionisation der Luft
Schwankungen der Leitfähigkeit,
hervorgerufen durch Dispersions-
änderungen des Aerosols oder durch
Veränderung der Radioaktivität der Luft.
Raumladungen durch Ionentrennungen im
elektrischen Feld über elektrische
Veränderungen des Aerosols, Ionen-
erzeugungen durch Spitzenentladungen
und künstliche Ionenerzeugung.
- 4.) Radioaktive Stoffe der Luft
- 5.) Gamma- und Beta-Strahlen aus der
Erdoberfläche und Baumaterialien
- 6.) Kosmische Strahlung
- 7.) Elektromagnetische Wellenstrahlung
im Radiofrequenzbereich

ILSE (25) führte eine Reihe von Kriterien an, die uns erlauben, aus der Vielzahl der Faktoren diejenigen zu eliminieren, die im Sinne der vorliegenden Arbeit keinen Einfluß auf den Organismus haben. Folgende Faktoren bleiben dann zur Betrachtung:

1.) Prozesse der Luftionisation

2.) Schnell verlaufende elektrische
Feldänderungen

3.) Elektromagnetische Wellenvorgänge

Über Luftionisation und Luftradioaktivität wurde bisher kaum etwas veröffentlicht. Punkt 2 und 3 können sinngemäß zusammen betrachtet werden. In ihre Bereiche fallen eine ganze Anzahl von verschiedenen starken und verschiedenen frequenten Feldern, die KÖNIG und ANKER-MÜLLER (36) in 5 Signaltypen (I - V) unterteilt haben. Von besonderem Interesse sind im Zusammenhang mit dieser Arbeit die Felder vom Signaltyp I. Sie haben eine Frequenz von 9 - 10 Hz und einen sinusförmige oszillierenden Charakter. Sie zeigen einen ausgeprägten Tagesgang mit einem Maximum (10 V/m) am Nachmittag und einem Minimum in der Nacht.

Inzwischen ist die Wirkung dieser Felder des Typ I und von künstlich erzeugten Feldern der gleichen Frequenz auf die circadiane Periodik bewiesen und statistisch hoch gesichert worden. Wiederum waren es ASCHOFF und WEVER (55), die die ersten Versuche in dieser Richtung unternommen hatten. Das elektrische Wechselfeld zeigte sich auch in versuchstechnischer Hinsicht - wie schon vorher kurz erwähnt - als ein sehr brauchbares Instrument. Die Versuchspersonen können es nicht wahrnehmen, sind von seiner Existenz auch garnicht unterrichtet, und doch beeinflußt es

ihre circadiane Periode in ausgeprägtem Maße. (Abb.9)

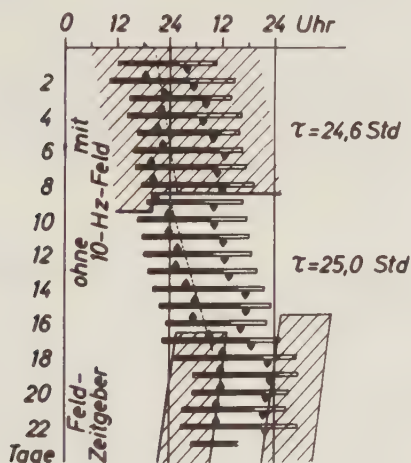


Abb.9: Circadiane Periodik einer Versuchsperson, während des 1. Versuchsabschnittes autonom unter dem Einfluß eines elektrischen Wechselfeldes, während des 2. Abschnittes autonom ohne Feld, während des 3. Abschnittes unter dem Einfluß eines periodisch ein- und ausgeschalteten elektrischen Wechselfeldes. Bezeichnungen s. Abb.1.

Zu diesen Versuchen wurde ein Feld verwendet, das mit 10 Hz in Rechteckform oszillierte und eine Feldstärke von 2.5 V/m hatte. Es übte folgende Einflüsse auf die circadiane Periode des AR-Rhythmus und des Temperaturrhythmus aus:

- 1.) Eine Desynchronisation wurde in allen Fällen verhindert.
- 2.) Die Periodendauer der Rhythmen wurde bei konstant eingeschaltetem Feld auf ca. 25 Stunden verkürzt ($p < 0.0005$).

- 3.) Die Periodendauer konnte mit rhythmisch ein- und ausgeschaltetem Feld zwischen den Grenzen 23.30 und 26.00 Stunden beliebig eingestellt werden.

Denkt man nun an den Signaltyp I von KÖNIG und ANKER-MÜLLER, so liegt die Vermutung nahe, daß hier ein Zeitgeber wirksam wird, der im unterbewußten Bereich den 24-Stunden-Rhythmus induziert.

2. 6. Der plötzliche Wechsel der Phase der Zeitgeber: der Transmeridianflug

Wer sich genau vor Augen geführt hat, wie exakt und mit welcher geringer Abweichung z.B. die Rhythmen der Temperatur und der K-Ausscheidung im Organismus ablaufen, erst der kann sich richtig vorstellen, welche eine tiefgreifende Umstellung vor sich gehen muß, wenn ein Mensch sich nach einem Transatlantikflug auf eine um 8 - 10 Stunden von der Zeit des Abfluggebietes verschiedene Ortszeit anpassen muß. Dieser Mensch ist im selben Maße ein Opfer der Komplikationen der Technik, wie jemand, der die Kontrolle über ein schnell fahrendes Fahrzeug verliert.

Dieser Fluggast befindet sich nach der Landung in einer Zeitzone, zu der seine eigene Periodik nicht synchron ist. Alle auf ihn wirkenden Zeitgeber haben eine Phasendifferenz zu der in ihm wirkenden Rhythmik (39, 49). So treten auch in der Zeit der Resynchronisation eine Anzahl von Beschwerden auf, die in ihrem Extrem zu einem nahezu Sistieren der Leistungsbereitschaft führen können. Das Ausmaß dieser Beschwerden ist abhängig von den verschiedensten Ursachen. Es sei hier eine Übersicht gegeben, von welchen Faktoren

eine Wirkung ermittelt wurde:

- 1.) Stress der Reise
- 2.) Anzahl der überflogenen Zeitzonen
- 3.) Spezifische Natur der untersuchten biologischen Funktion, z.B. Reaktionszeit, Temperatur usw.
- 4.) Art der Exposition an die neuen Zeitgeber
- 5.) Richtung des Fluges (östliche oder westliche Flugrichtung)

Der Stress ist abhängig vom Alter des Passagiers, von der zeitlichen Länge des Fluges, von der Gewöhnung an das Fliegen selbst, wie von der Anzahl der Zwischenlandungen und vom Klimawechsel (17, 29, 30).

Die Umstellung auf den Rhythmus der neuen Zeitgeber erfolgt exponentiell (14, 31, 32, 44), d.h. sie verläuft als eine nicht lineare Vorwärtsbewegung, die anfangs schnell, später langsamer ist. Dies äußert sich in der anfänglich großen Geschwindigkeit der Anpassung, die mit zunehmender Verweildauer in der neuen Zeitzone immer geringer wird. Die Anpassungsgeschwindigkeit ist am Anfang also umso schneller, je mehr Zeitzonen überflogen wurden.

Die einzelnen biologischen Funktionen synchronisieren sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit auf die neuen Zeitgeber. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Leistungsparameter - wie z.B. die psychomotorische Leistung - eher adaptieren als die physiologischen.

MERTENS gibt hierzu eine detaillierte Aufschlüsselung (42).

KLEIN (29) beschreibt eine Versuchsanordnung, in der eine Gruppe von Versuchspersonen nach einem Transmeridianflug in einer sozialen Isolierung gehalten wurde ("indoor activity group"), während eine andere nach dem selben Flug beliebig Kontakt mit der Umwelt suchen konnte ("in and outdoor activity group"). Die Gruppe mit dem stärkeren sozialen Kontakt synchronisierte sich um 50 % schneller an die neue Ortszeit.

Über die Zeiten der Resynchronisation nach Flügen in östlicher oder westlicher Richtung sind die Angaben in der Literatur widersprüchlich. Die Ergebnisse, die nach reellen Flügen gefunden wurden, deuten ziemlich einheitlich darauf hin, daß eine Resynchronisation nach einem Ost-West-Flug schneller vonstatten geht, was einer Verlängerung der Periode der Probanden entsprechen würde (10, 29, 30, 31, 50). Die Ergebnisse, die aus Bunker-Versuchen gewonnen wurden, sagen das Gegenteil aus: daß nämlich der West-Ost-Flug mit einer Verkürzung der Periode der Probanden leichter zu überwinden sei (7, 57).

HAUTY et al. (23) und GERRITZEN (15) untersuchten, ob der Flug zu einem fremden Zielort oder zurück zur Heimat einen Einfluß auf die circadiane Periode hat, und kamen zu dem Ergebnis, daß die Resynchronisation nach dem Heimflug schneller verläuft. HAUS et al. (22), HALBERG (20) und KLEIN et al. (30) verneinen aber nach jüngeren Untersuchungen diesen Sachverhalt.

Was in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen mag, ist, daß West-Flüge über den Atlantik fast immer am Tag durchgeführt werden, während die Ost-Flüge in der Nacht stattfinden. Bei den letzteren käme der Faktor Stress vielleicht besonders zur Geltung, da der Schlaf in den

- vor allem in der Touristen-Klasse - unbequemen Sitzen oberflächlich ist und oft unterbrochen wird.

Bei Nord-Süd-Flügen, die von BECK (8) und STRUGHOLD (53) durchgeführt wurden, konnten keine Veränderungen der circadianen Periode der Probanden festgestellt werden (24).

3. Eigener Versuch

3. 1. Zielsetzung

Die Stärke des elektrischen Wechselfeldes, das WEVER (55) für seine Bunkerversuche verwandte, betrug 2.5 V/m. Die Ergebnisse der Versuche mit diesem Feld sind auf S.17 aufgeführt.

Die Stärke des elektrischen Wechselfeldes, das ILSE (25) verwandte, betrug 5 V/m. Er konnte zeigen, daß unter diesem Feld eine Abnahme der psychomotorischen Leistung eintrat. Es war wahrscheinlich nur die geringe Anzahl von Probanden, durch die ihm eine eindeutige Signifikanz versagt blieb.

KÖNIG und ANKERMÜLLER (36) zeigen, daß die Felder vom Signaltyp I in ihrem Maximalbereich 10 V/m erreichen, hier ihre größte Wirkung auf den Menschen haben und eine Leistungssteigerung bewirken.

Unterlegt man der Kurve des Signaltyps I die Kurve der Leistungsbereitschaft nach GRAF (18), so kann man vermuten, daß der zweite Gipfel der Leistungsbereitschaft von dem stärker werdenden Feld dieses Signaltyps I verursacht wird.

Alle diese Versuche und Beobachtungen stimmen überein in der Beschreibung der Frequenz des Versuchsfeldes

mit 10 Hz (Naturkonstante). Sie unterscheiden sich jedoch in der angewendeten Feldstärke und in den Parametern, was einen Vergleich ihrer Ergebnisse unmöglich macht. Im Rahmen dieser Arbeit sollen die erwähnten, verschieden starken Felder anhand von gleichen Parametern verglichen werden.

3. 2. Versuchsaufbau

Vom Frühjahr 1973 an wurden innerhalb eines Jahres insgesamt 15 Versuchspersonen beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 18 und 28 Jahren in einem Versuchsraum den verschiedenen Feldern ausgesetzt. Der Versuchsraum ist gegen äußere, atmosphärische Felder abgeschirmt worden (Faraday'scher Käfig). Unter dem Fußboden und an der Decke des Raumes waren Elektroden angebracht, die es ermöglichten, mittels eines RC-Generators (Type SRN.BN 4o84 F Nr.M 1171-49 Rhode & Schwarz, München) ein homogenes Wechselfeld beliebiger Stärke im Raum aufzubauen.

3. 3. Versuchsmethodik

Die 15 gesundheitlich unauffälligen Versuchspersonen wurden in Dreier-Gruppen jeweils während 24 Stunden untersucht. Die Gruppen wurden bewußt so klein gewählt, um Verfälschungen der Meßergebnisse durch interindividuelle Spannungen zu vermeiden. Die Messungen fanden meistens an Wochenenden oder an Feiertagen statt. Die Versuchspersonen durften während der gesamten 24 Stunden den Versuchsraum nicht verlassen, mit Ausnahme der Benutzung des WC, über dem kein Feld aufgebaut worden war. Hierzu verließen sie

den Versuchsraum aber nur kurz und immer im Anschluß an eine Messung, um vor der nächsten Messung wieder lange genug unter dem Einfluß des Feldes gestanden zu haben. Jedes Verlassen des Raumes aus diesem Grunde wurde notiert. Es wurde weiterhin darauf geachtet, daß die Mahlzeiten in jeder Hinsicht ausgeglichen waren. Als Schlafgelegenheit dienten Klapp-Betten. Die Raumtemperatur lag konstant bei 20° C. Die Probanden wußten während des Versuches nicht, ob das elektrische Wechselfeld angeschaltet war oder nicht.

Die Parameter wurden stündlich gemessen. Hierbei gab es geringe Abweichungen, die dann in der statistischen Behandlung der Werte berücksichtigt werden mußten.

In der Nacht wurden größere Zeitabstände zwischen den Messungen eingelegt, um das Ergebnis nicht durch das häufige Wecken der Probanden zu verfälschen. Die letzte Messung vor dem Zu-Bett-Gehen fand um 24 Uhr statt. Die nächste erfolgte um 3.30 Uhr und die letzte schließlich um 7 Uhr.

Die Temperatur wurde oral mit einem Quecksilber-thermometer gemessen. Die Versuchspersonen wurden angewiesen, das Thermometer immer an die selbe Stelle unter die Zunge - lateral vom frenulum linguae - zu legen. Zu Beginn einer jeden Messung nahmen die Versuchspersonen das Thermometer in den Mund. Dann wurden Puls und Blutdruck gemessen. Erst als diese Messungen abgeschlossen waren, also nach ca. 5 - 7 Minuten, wurden die Thermometer aus dem Mund genommen und abgelesen.

Der Blutdruck wurde mit einem Quecksilbermanometer (Quecksilber-Erkameter) gemessen. Ergaben sich Werte, die besonders weit von der Norm abwichen, wurde die Messung wiederholt, um die Excentrizität des Ergeb-

nisses zu bestätigen.

Der Puls pro Minute wurde durch digitales Fühlen an der arteria radialis - mit einer Stoppuhr der Firma Hanhart - ermittelt. Es wurden jeweils die Pulse einer halben Minute gemessen und verdoppelt.

Die Versuche mit den verschiedenen Feldstärken (0 V/m, 5 V/m und 10 V/m) verliefen in unregelmäßiger Reihenfolge. Jede Versuchsperson wurde einmal unter jedem der Felder gemessen, also insgesamt dreimal.

Die Anzahl der gemessenen Werte belief sich auf etwa 3.800 .

3. 4. Statistische Behandlung der Meßergebnisse

Im tabellarischen Anhang erscheinen zunächst in Tabellen (I-IV) die Temperatur-, Blutdruck- und Pulswerte mit dem zugehörigen Meßzeitpunkt. Während des Versuchs war es nicht möglich, stets bei allen Probanden zur gleichen Zeit zu messen. Die Originalwerte sind daher nicht direkt miteinander vergleichbar. Aus diesem Grunde mußte versucht werden, die Meßgrößen an fixen Zeitpunkten ("zur vollen Stunde") zu schätzen. Zu diesem Zweck wurden die Meßpunkte durch eine interpolierende Kurve - d.h. die Kurve geht durch die Originalmeßwerte - verbunden und die Meßwerte an den vollen Stunden an der Interpolationskurve abgelesen. Die Interpolationsfunktion heißt im mathematischen Sprachgebrauch "natürliche Splinefunktion"; sie ist zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Meßpunkten jeweils ein Polynom vom Grad 3. Damit vergleichbar wäre das Polygonzugverfahren, bei dem die Verbindung zweier aufeinander folgender Meß-

punkte aus einer Geraden, also einem Polynom vom Grad 1 besteht. Splinefunktionen haben den Vorteil, daß sie "glatt" sind, daß sie keinen "Knick" wie ein Polygonzug enthalten, (mathematisch: sie sind auch an den Meßpunkten zweimal stetig differenzierbar) d.h. sie dürften das physiologische Verhalten sehr gut approximieren.

Am Universitätsrechenzentrum (CD 3300) besteht für die natürlichen Splinefunktionen ein Plotterprogramm, d.h. die interpolierende Kurve kann ausgeplottet und die Meßwerte an den fixen Zeitpunkten können abgelesen werden. Diese (Schätz-)Werte finden in der weiteren statistischen Betrachtung Verwendung.

Die Einzelmeßwerte wurden zunächst vertikal gemittelt - das ergab den Mittelwert des Kollektivs zur bestimmten Uhrzeit - , dann horizontal ("über die Zeit" .) gemittelt, wodurch der individuelle Tagesmittelwert gefunden wurde. Diese Werte sind in Tabelle V zusammengefasst.

Bei der vertikalen Mittlung werden zwangsläufig Tendenzen verwischt: während zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Versuchsperson einem positiven Scheitelpunkt zustrebt, fällt eine andere schon ab. Dadurch wird die Schwingungsbreite der Mittelwertskurve kleiner als die mittlere Schwingungsbreite der Einzelkurven. Um die zur Charakterisierung der Kurve wichtigen Positionen der positiven Scheitelpunkte genauer zu bestimmen, wurden die Zeitpunkte der Scheitelpunkte aus den Einzelkurven bestimmt und diese Werte gemittelt. Bei einzelnen Kurven kamen zwei nebeneinanderliegende, etwa gleich große Maxima vor. In diesen Fällen wurde das arithmetische Mittel der beiden Zeitpunkte der beiden Maxima gebildet und in der weiteren Rechnung verwendet. Diese Werte sind mit

einem + versehen.

Die Wahrscheinlichkeitsaussage und die statistischen Tests, die beweisend etwas darüber aussagen, ob sich die entsprechenden Mittelwerte für die drei Potentiale (0, 5, 10 V/m) unterscheiden, scheinen auf Grund der speziellen Gewinnung der Werte zum vergleichbaren Zeitpunkt nicht zulässig zu sein. Die Gefahr der Fehlinterpretation wäre zu groß. Aus diesem Grunde beschränken wir uns hier auf eine genaue Deskription mit Angabe der Mittelwerte und der Standardabweichungen.

Aus Verfahrensgründen war eine eindeutige Zuordnung der Meßwerte für den zweiten 7-Uhr-Zeitpunkt zu einer Anzahl von Versuchspersonen nicht möglich, so daß auf die Behandlung aller Werte zu diesem Zeitpunkt verzichtet wurde.

Zur statistischen Verarbeitung der Werte wurden die üblichen Verfahren zur Berechnung des arithmetischen Mittels ($\bar{x}$) und der Standardabweichung (S.D.) benutzt.

3. 5. Ergebnisse

3. 5. 1. Die horizontalen Mittelwertskurven

3. 5. 1. 1. Temperatur

Die Mittelwertskurven der Temperatur bei den verschiedenen Feldstärken zeigen einen etwas mäandrierenden Verlauf, wie auch bei HARRIS et al. (21). Die Annäherung an den glatten sinus-ähnlichen Verlauf wird eher durch die rektale Messung der Kerntemperatur erreicht, wie bei KLEIN et al. (29), wobei größere Abstände der einzelnen Meßzeitpunkte zu einer Glättung beitragen. In diesem Versuch mußten wir uns mit

der Methode der oralen Messung begnügen. Auch die im Ein-Stunden-Abstand gelegten Meßzeitpunkte trugen zur größeren Aufschlüsselung des Kurvenverlaufes bei. Die Ergebnisse von MERTENS (42) seien an diesem Punkt anerkennend erwähnt, der trotz oraler Messung einen außerordentlich glatten Verlauf der Temperaturkurve erzielen konnte. Allerdings betrugen die Abstände zwischen den Meßzeitpunkten bei ihm zwei Stunden.

Alle drei Temperaturkurven sind in $^{\circ}\text{C}$ Abweichung vom Gleichwert, d.h. dem Mittelwert der Individualkurven über die Zeit, angegeben. Auf der Abszisse ist die Uhrzeit in Stunden abgetragen. In dem Diagramm ist stark und zentral die Mittelwertskurve für das entsprechende Feld gezeichnet, während die Einzelkurven aller 15 Probanden als sogenannte "Umhüllende" feiner darübergezeichnet sind.

Die Temperaturkurve des 0 V/m-Feldes zeigt eine Steigung vom Beginn der Messung um 7 Uhr bis zum Maximum um ca. 21 Uhr, mit zwei kleineren Zwischenerhebungen gegen 10 und 14 Uhr, und dann einen stetigen Abfall bis zum letzten Meßwert um 3 Uhr. (Wäre der Meßwert von 7 Uhr noch verwertbar gewesen, hätte sich bei dieser, wie auch bei den Kurven der übrigen Felder, wahrscheinlich ein Wiederanstieg gezeigt, der den Charakter der periodischen Schwingung der Parameter deutlich zum Ausdruck gebracht hätte.) (Abb.10)

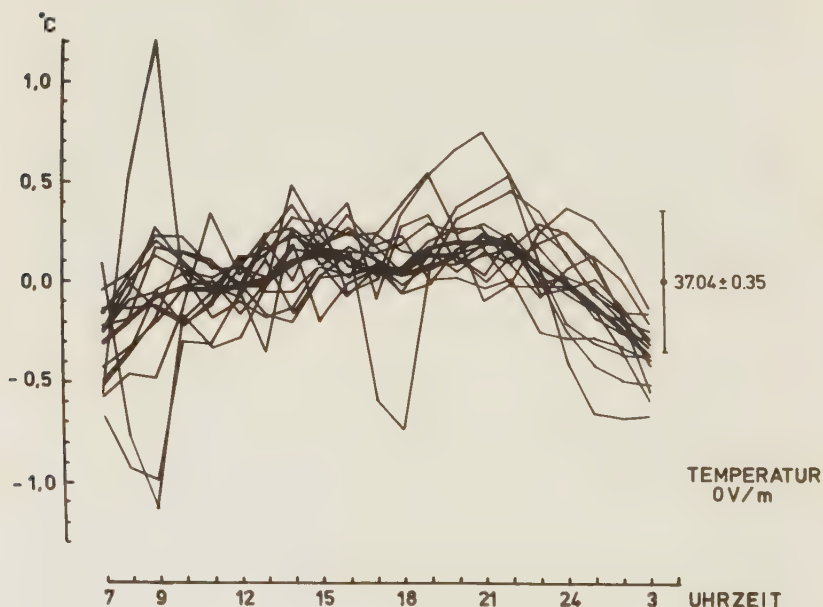


Abb.10: Verlauf der Temperatur der 15 Probanden bei 0 V/m, angegeben in °C-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert (angeführt mit S.D. am rechten Rand) während eines Tages (feingezeichnete Kurven) und deren Mittelwert (stark gezeichnete Kurve).

Die Temperaturkurve des 5 V/m-Feldes zeigt auch einen kontinuierlichen Anstieg vom ersten Meßzeitpunkt um 7 Uhr an. Ihr Anstieg ist aber glatter als der der Temperaturkurven der anderen beiden Felder. Ihr Maximum erreicht sie um ca. 18.30 Uhr. Während dieses Anstiegs sind keine ausgesprochenen Zwischenmaxima zu beobachten. Nach dem Maximum sinkt ihr Verlauf fast glatt bis zum letzten Meßzeitpunkt 3 Uhr ab. (Abb.11)

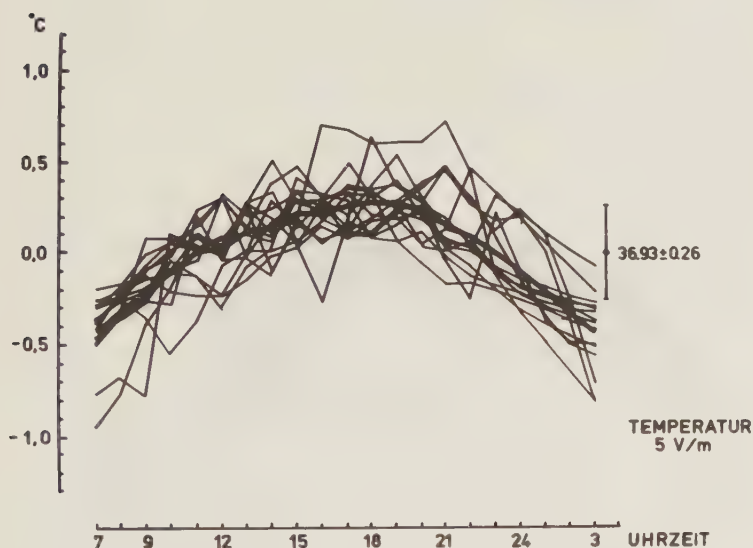


Abb.11: Verlauf der Temperatur der 15 Probanden bei 5 V/m in °C-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

Die Temperaturkurve des 10 V/m-Feldes zeigt ebenfalls einen Anstieg vom ersten Meßzeitpunkt 7 Uhr an, der aber gegen 14 Uhr in ein Plateau übergeht. Erst gegen 18 Uhr - nachdem ein etwa vierstündiger Verlauf mit geringer Temperaturänderung vorliegt - steigt die Kurve weiter bis zum Maximum um ca. 20.30 Uhr an. Von diesem Zeitpunkt an fällt sie glatt bis zum letzten Meßzeitpunkt um 3 Uhr ab. (Abb.12)

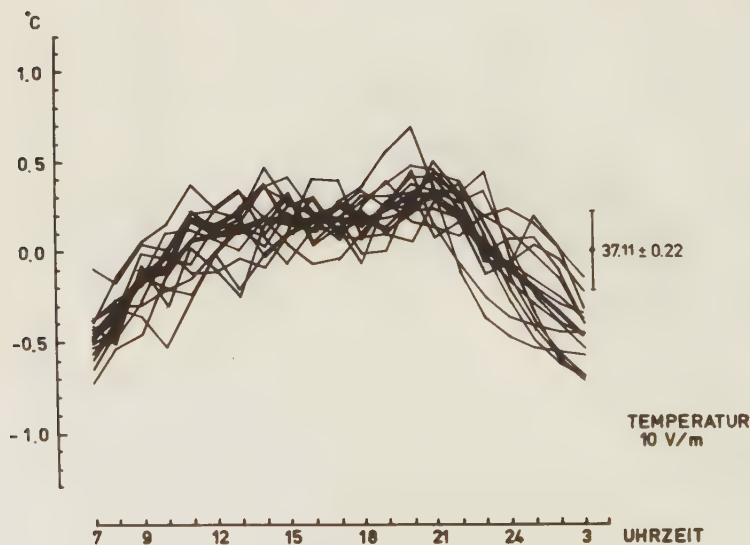


Abb.12: Verlauf der Temperatur der 15 Probanden bei 10 V/m in °C-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

Betrachtet man die Individualkurven unter den einzelnen Feldern, so muß man feststellen, daß große Abweichungen von den Mittelwertkurven nur unter dem 0 V/m-Feld vorkommen (bis zu 1.2°C). Bei den Individualkurven unter 5 V/m kommen mehrere herausragende Gipfel vor (bis 0.55°C vom Mittelwert), bei den Individualkurven des 10 V/m-Feldes aber nur wenige (bis zu etwa 0.48°C), die von der Mittelkurve abweichen. Das reziprok-proportionale Verhältnis der Feldstärke und der Abweichungen wird auch von der Standardabweichung bestätigt.

Die selbe Tendenz wie bei den Einzelwerten kann man an den Standardabweichungen der Mittelwerte der einzelnen Probanden unter den verschiedenen Feldern erkennen. Die Standardabweichung wird geringer, je stärker das Feld wird. Die Höhe der einzelnen Gleichwerte wird in dem entsprechenden Kapitel beschrieben.

3. 5. 1. 2. Systolischer Blutdruck

Alle drei Kurven des systolischen Blutdrucks sind in mm Hg-Abweichung vom Gleichwert angegeben. Rechts der Kurven findet sich wieder der Mittelwert der Individual-Gleichwerte und seine Standardabweichung (s. 3.5.1.1. Temperatur S.26).

Die Mittelwertskurve des 0 V/m-Feldes zeigt vom ersten Meßzeitpunkt 7 Uhr an einen Anstieg mit einem ersten Maximum um ca. 11.30 Uhr. Im weiteren Tagesverlauf sinkt sie wieder bis unter den Gleichwert, erreicht ihr Minimum um ca. 14 Uhr, steigt dann wieder an und erreicht ein zweites, höheres Maximum um ca. 18 Uhr. Von diesem Zeitpunkt an fällt die Kurve wieder kontinuierlich bis zum letzten Meßwert um 3 Uhr ab.

(Abb.13)

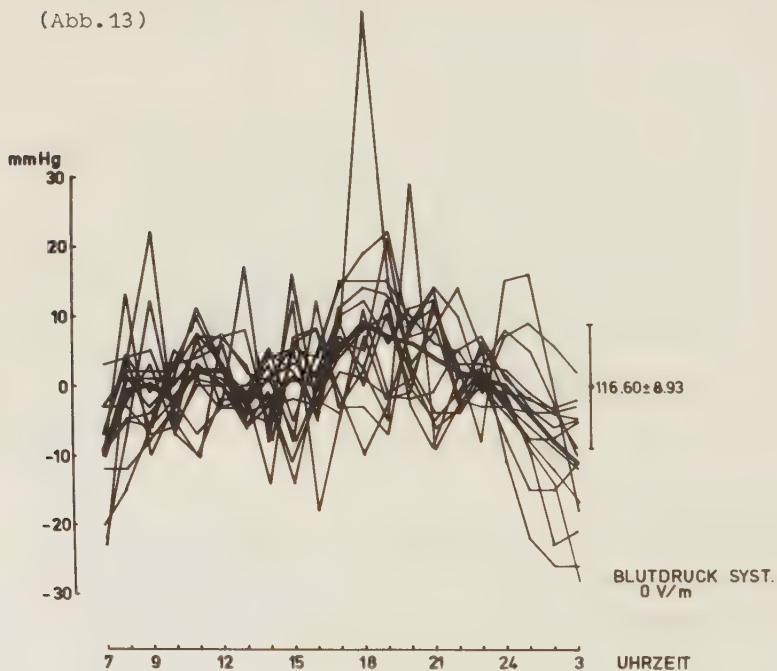


Abb.13: Verlauf des systolischen Blutdrucks der 15 Probanden bei 0 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages.
Bezeichnungen s. Abb.10

Die Kurve des 5 V/m-Feldes steigt vom ersten Meßzeitpunkt 7 Uhr an und erreicht um ca. 12 Uhr ein undeutliches erstes Maximum. Das Sinken des systolischen Blutdrucks danach ist weniger ausgeprägt als bei dem 0- und 10 V/m-Feld. Gegen 14 Uhr wird der tiefste Wert erreicht. Danach steigt der Druck wieder deutlich an und erreicht gegen 18 Uhr sein zweites, höchstes Maximum. Der hierauf folgende Abfall des Drucks ist auch nicht so deutlich wie der unter dem 0 V/m-Feld, ist aber bis zum letzten Meßzeitpunkt 3 Uhr kontinuierlich – mit Ausnahme einer Unterbrechung um ca. 23 Uhr, wo der Druck noch einmal gering ansteigt. (Abb.14)

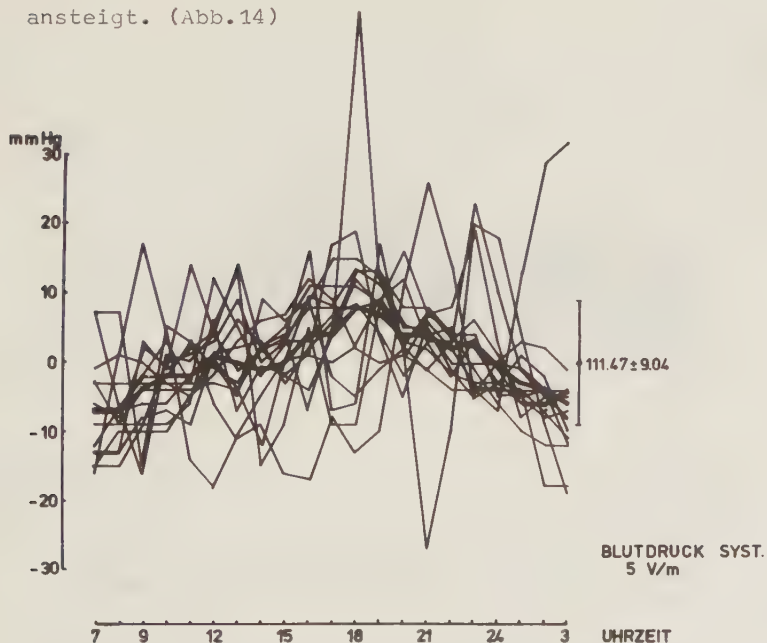


Abb.14: Verlauf des systolischen Blutdrucks der 15 Probanden bei 5 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages.
Bezeichnungen s.Abb.10

Die Kurve des 10 V/m-Feldes steigt vom ersten Meßzeitpunkt 7 Uhr diskontinuierlich an und hat vor und nach dem ersten Maximum gegen 12 Uhr einen Gipfel. Das Minimum zwischen den beiden Maxima liegt etwa bei 17 Uhr. Hiernach steigt der Druck steil an zum zweiten, höchsten Maximum gegen 19 Uhr, um dann in einem plateau-artigen Teilverlauf fast auf dem selben Druck zu bleiben (20 Uhr bis 1 Uhr). Danach fällt der Druck kontinuierlich bis zum letzten Meßzeitpunkt 3 Uhr ab. (Abbs.15)

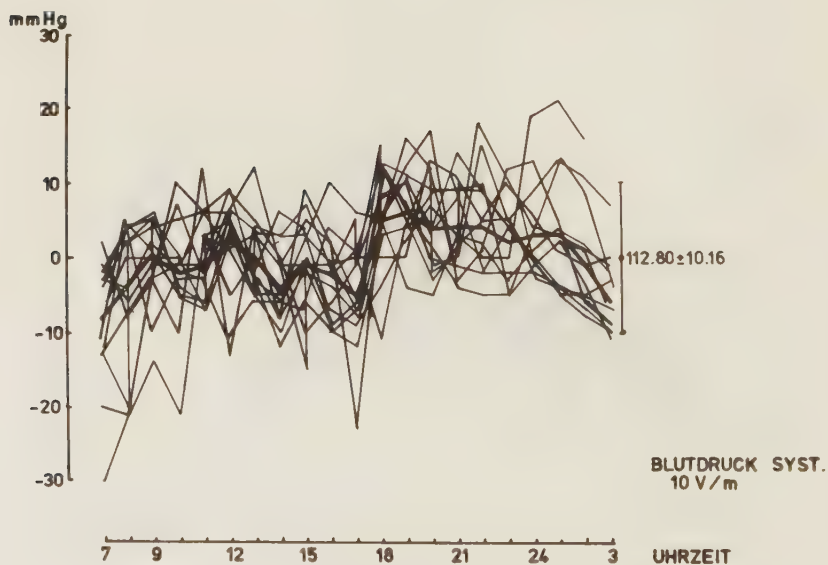


Abb.15: Verlauf des systolischen Blutdrucks der 15 Probanden bei 10 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages.
Bezeichnungen s.Abb.10

Betrachtet man die Individualkurven unter den einzelnen Feldern, so kann man feststellen, daß nur unter dem 10 V/m-Feld keine größeren Abweichungen von dem allgemeinen Verlauf des umhüllenden Bereiches zu finden sind.

Die Abweichungen der individualen Gleichwerte von dem gemittelten Gleichwert verhalten sich bei dem systolischen Blutdruck umgekehrt wie bei der Temperatur: die Standardabweichung wird größer, je stärker das Feld wird.

3. 5. 1. 3. Diastolischer Blutdruck

Die graphische Darstellung der diastolischen Blutdruck-Kurven entspricht der, die auch beim systolischen angewendet wurde (s.dort).

Der Verlauf des diastolischen Blutdrucks entspricht in seinen charakteristischen Zügen dem des systolischen. Diese Feststellung muß auf Grund der eigenen Ergebnisse getroffen werden, da in der Literatur keine gesonderte Angabe über den diastolischen Blutdruck zu finden war.

Die diastolische Blutdruckkurve des 0 V/m-Feldes steigt - entsprechend der des systolischen Blutdrucks - vom ersten Meßzeitpunkt 7 Uhr bis zum ersten Maximum gegen 12 Uhr diskontinuierlich an. Es finden sich die beiden Erhöhungen wieder, die schon beim systolischen Blutdruck beschrieben worden sind. Das zweite, höhere Maximum, dem ein Minimum um ca. 13 Uhr vorausgeht, wird um 19 Uhr erreicht. Zwischen ihm und dem letzten Meßzeitpunkt um 3 Uhr erhebt sich nur ein einziger

ausgeprägter Gipfel aus der kontinuierlich fallenden Kurve (ca. 23 Uhr). Eine ähnliche Erhebung wird bei der Druckkurve des 10 V/m-Feldes zu beschreiben sein, während bei 5 V/m die Erhebung zwar zu lokalisieren ist, aber nicht so auffällt. (Abb.16)

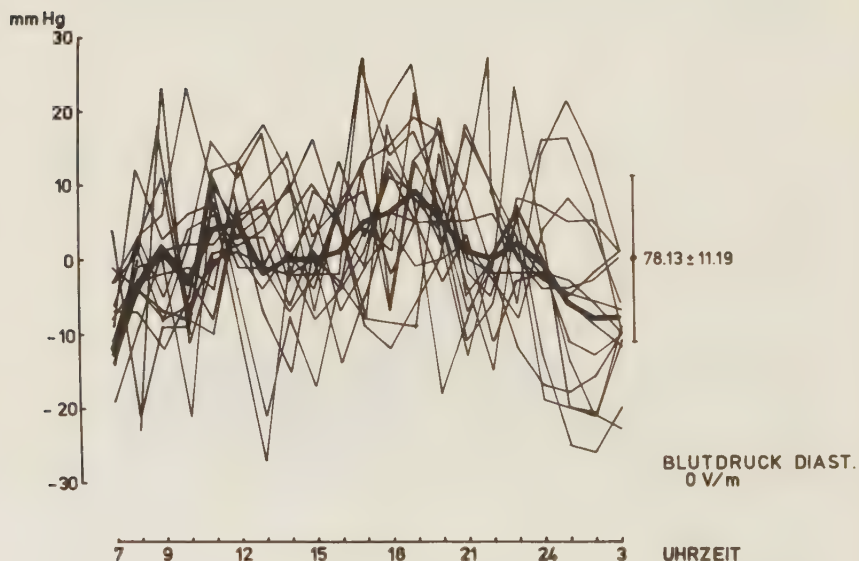


Abb.16: Verlauf des diastolischen Blutdrucks der 15 Probanden bei 0 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages.
Bezeichnungen s.Abb.1C

Die Kurve des diastolischen Blutdrucks des 5 V/m-Feldes zeigt einen nicht so charakteristischen Verlauf wie die Kurven der anderen beiden Felder. Das erste, etwas undeutliche Maximum liegt bei ca. 10 Uhr. Ihm folgt das Minimum gegen 11 Uhr. Vor dem Anstieg des Verlaufs zum zweiten Maximum - gegen 18 Uhr - befindet sich ein drei Stunden währendes Plateau (12 - 15 Uhr). Nach dem zweiten Maximum fällt der Kurvenverlauf langsamer als bei 0 V/m, doch schneller als bei 10 V/m a. (Abb.17)

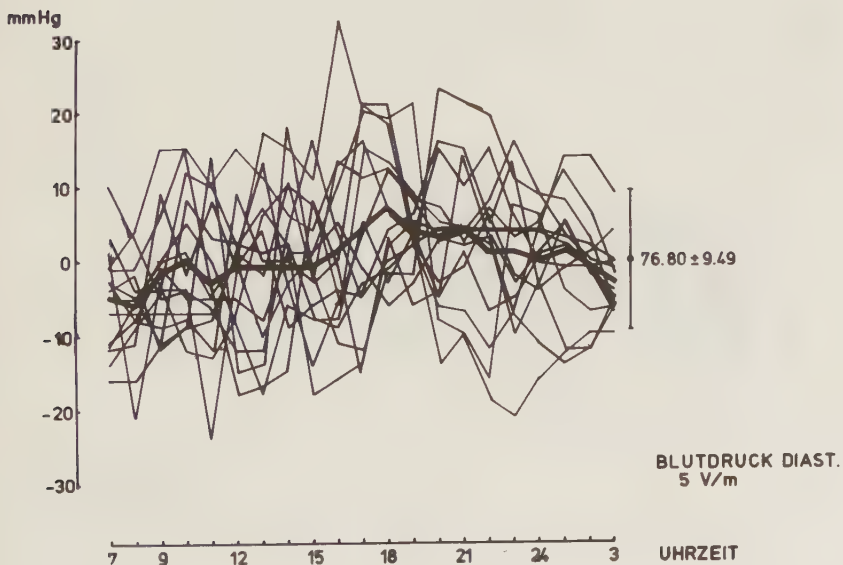


Abb.17: Verlauf des diastolischen Blutdrucks der 15 Probanden bei 5 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

Die Kurve des diastolischen Blutdrucks des 10 V/m-Feldes zeigt ein sehr deutliches erstes Maximum um ca. 12 Uhr, das sogar höher ist als das zweite Maximum (um 0.06 mm Hg). Zwischen den beiden Maxima befinden sich zwei etwa gleich tiefe Minima gegen 14 und 17 Uhr. Nach diesem letzten Minimum steigt die Kurve steil an, um am Ende des Anstiegs einen plateau-artigen Verlauf zu nehmen. Auf ihm erheben sich drei Spitzen, deren letzte - gegen 1 Uhr - das zweite Maximum darstellt. Nach diesem Maximum fällt der Kurvenverlauf kontinuierlich ab. (Abb.18)

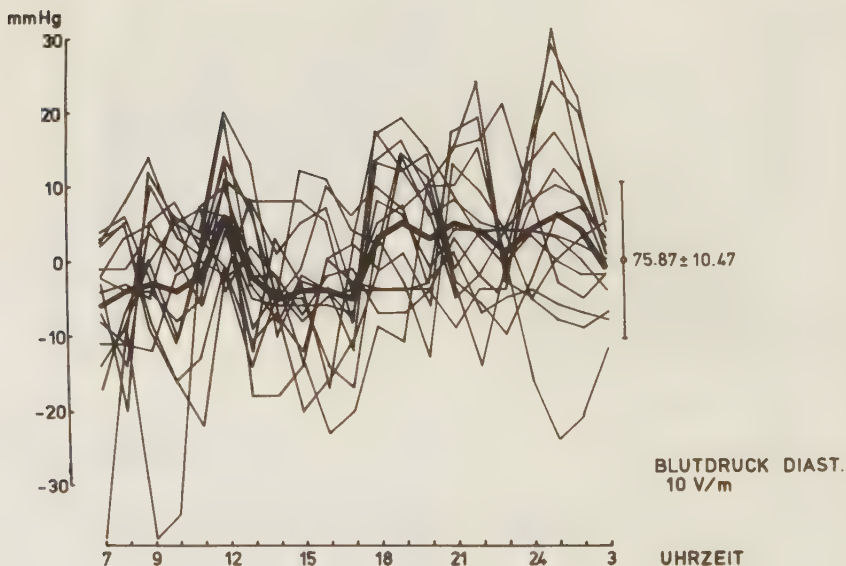


Abb.18: Verlauf des diastolischen Blutdrucks der 15 Probanden bei 10 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

3. 5. 1. 4. Blutdruckamplitude

Die graphische Darstellung der Blutdruckamplitude entspricht der, die auch beim systolischen Blutdruck angewandt wurde. In der Literatur konnte keine Darstellung des Verlaufes der Blutdruckamplitude gefunden werden. Ihr gleichmäßiger Verlauf scheint auch darauf hinzudeuten, daß sie keine eigene circadiane Periode besitzt. Aus diesem Grund wird im weiteren Verlauf der Darlegungen nur noch ihre Größe, d.h. die Höhe ihres Gleichwertes betrachtet werden. (Abb.19 - 21)

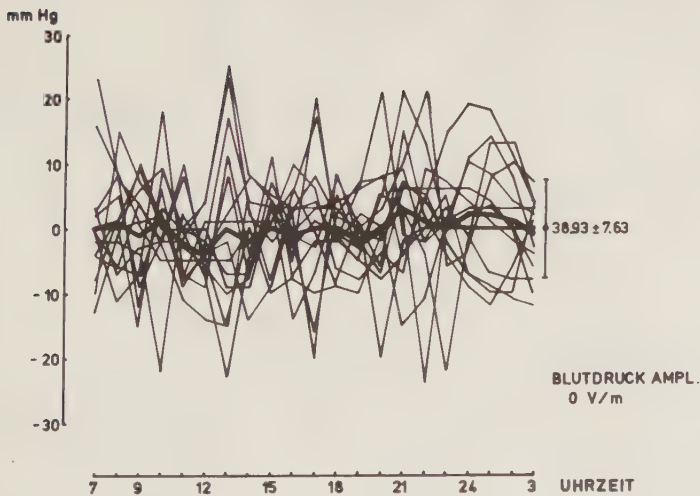


Abb.19: Verlauf der Blutdruckamplitude der 15 Probanden bei 0 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

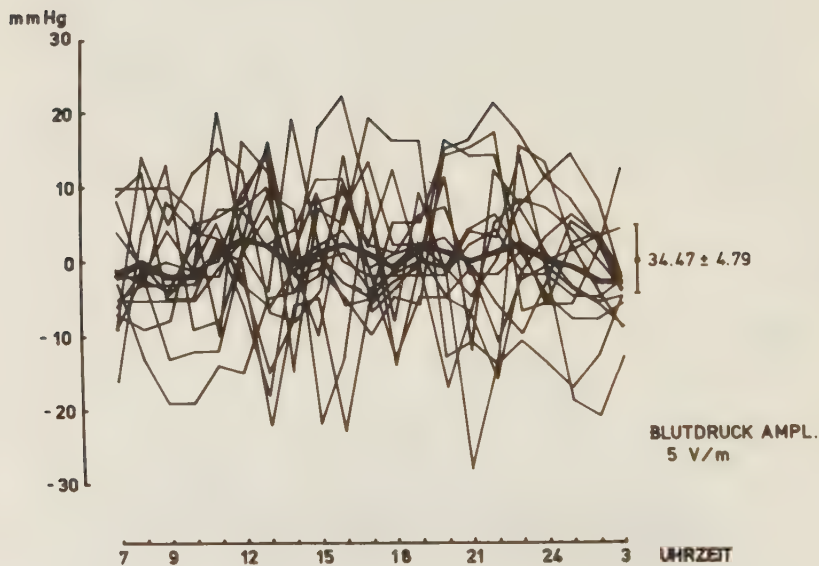


Abb.20: Verlauf der Blutdruckamplitude der 15 Probanden bei 5 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

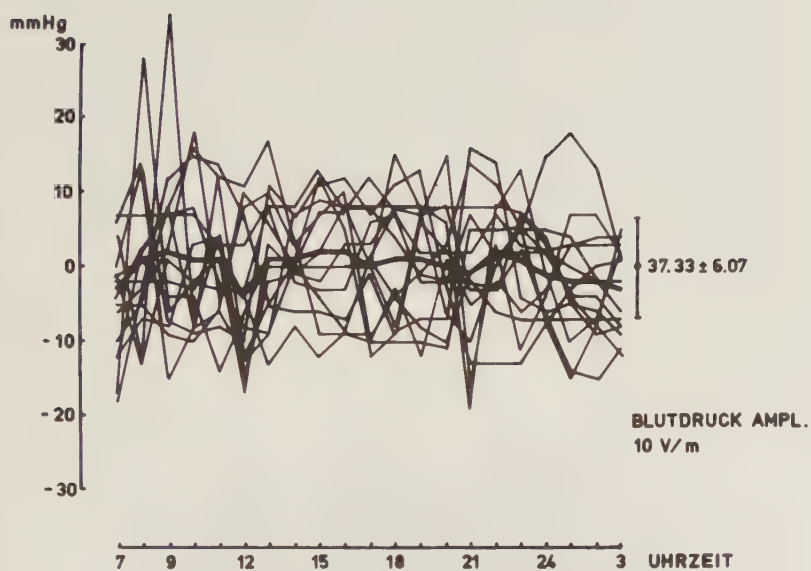


Abb.21: Verlauf der Blutdruckamplitude der 15 Probanden bei 10 V/m in mm Hg-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

Die Grenzen der Standardabweichung des Gleichwertes verhalten sich wie beim diastolischen Blutdruck. Am engsten sind die Grenzen bei 5 V/m, es folgen die Grenzen bei 10 und 0 V/m.

3. 5. 1. 5. Puls

Die Ordinate des Puls-Diagramms gibt die Abweichung der Pulse pro Minute vom gemeinsamen Gleichwert an. Im übrigen ist das Diagramm so aufgebaut wie das der Temperatur (s.3.5.1.1.).

Unter dem 0 V/m-Feld zeigt die Mittelkurve des Pulses nach einem kurzen Anstieg insgesamt 5 Gipfel: um 9, 13, 17, 20 und 23 Uhr; danach ein kontinuierliches Sinken bis zum letzten Meßpunkt 3 Uhr. Bis auf den Gipfel um 23 Uhr - der nicht sehr ausgeprägt ist - gingen allen Gipfeln Mahlzeiten voraus. (Abb.22)

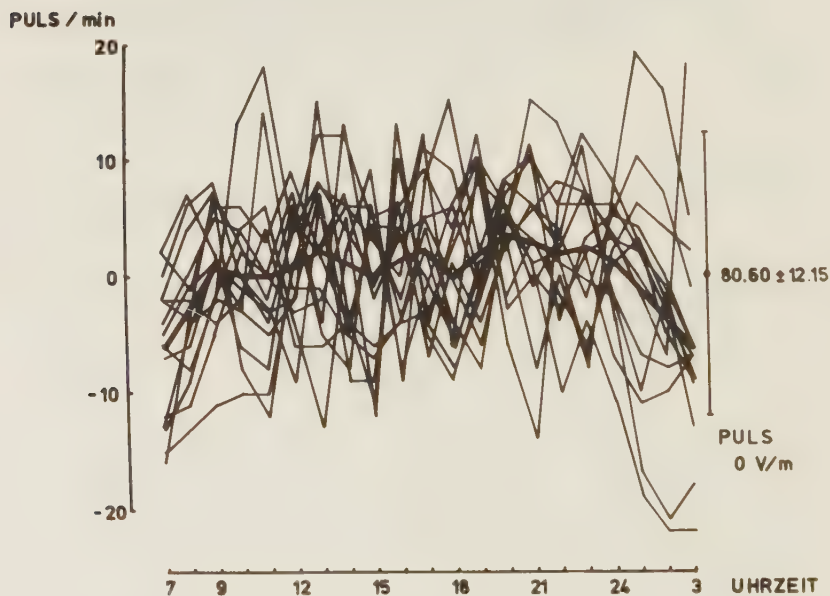


Abb.22: Verlauf des Pulses der 15 Probanden bei 0 V/m in Pulse-pro-Minute-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s.Abb.10

Unter dem 5 V/m-Feld zeigt die Mittelwertkurve des Pulses nach einem dreistündigen steilen Anstieg drei hohe Gipfel um 10, 15 und 21 Uhr und drei niedrigere, die jeweils einem hohen folgen, um 12, 18 und 1 Uhr. Hier lassen sich die Mahlzeiten, die um 8, 12 und 19 Uhr stattfanden, den großen Gipfeln, eine Kaffeemahlzeit um 16 Uhr einem der kleinen Gipfel zuordnen. Doch folgen die Gipfel unter 5 V/m den Mahlzeiten mit einem größeren Abstand als unter 0 V/m. (Abb.23)

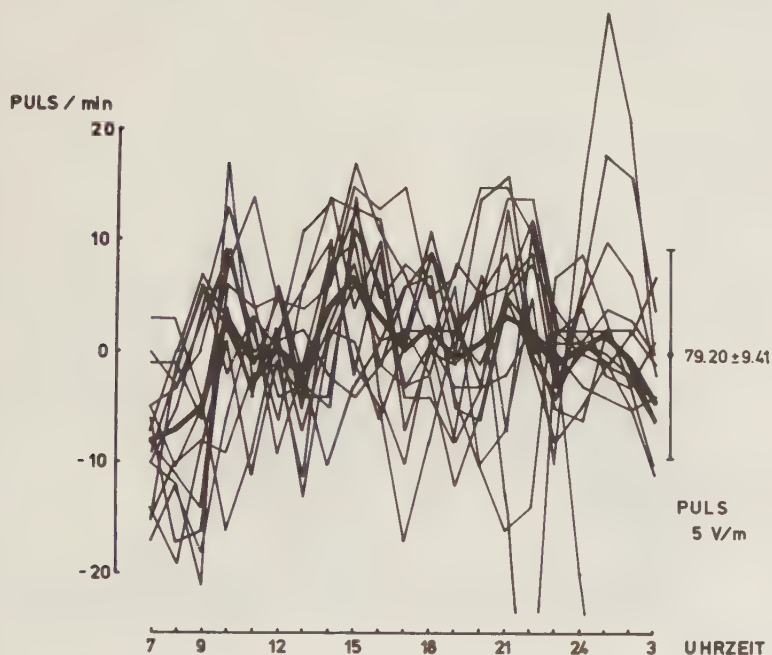


Abb.23: Verlauf des Pulses der 15 Probanden bei 5 V/m in Pulse-pro-Minute-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s. Abb.10

Unter dem 10 V/m-Feld zeigt der Verlauf der Mittelwertkurve des Pulses einen Anstieg bis zum ersten Gipfel um 14 Uhr mit einem konvex hervorspringenden Abschnitt zwischen 9 und 12 Uhr. Ein zweiter Gipfel folgt um 21 Uhr, ein dritter um 1 Uhr. Danach fällt die Kurve bis zum letzten Meßzeitpunkt 3 Uhr ab. Die Zeitpunkte der Mahlzeiten lassen sich hier nicht mehr eindeutig den einzelnen Gipfeln zuordnen, doch wäre es denkbar, daß der Abstand Mahlzeit - Gipfel noch größer ist als unter 0 und 5 V/m. Die Höhe der Gipfel ist unter 5 und 10 V/m deutlich größer als unter 0 V/m. (Abb.24)

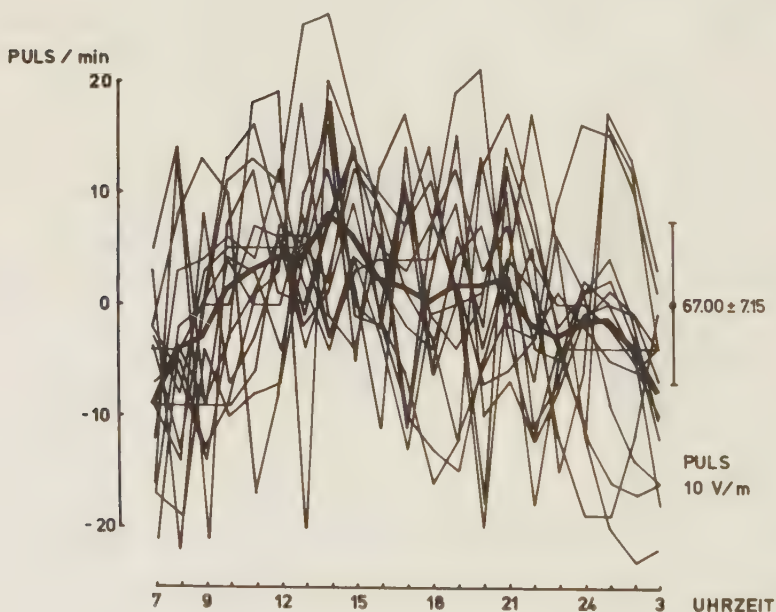


Abb.24: Verlauf des Pulses der 15 Probanden bei 10 V/m in Pulse-pro-Minute-Abweichung vom gemeinsamen Mittelwert während eines Tages. Bezeichnungen s. Abb.10

In den Abbildungen 25 - 29 sind noch einmal alle Kurven zusammengefasst. Es sind jeweils die drei Kurven eines physiologischen Parameters in einem Diagramm zusammengezeichnet. Rechts befinden sich immer die Mittelwerte der Gleichwerte und ihre Standardabweichungen.

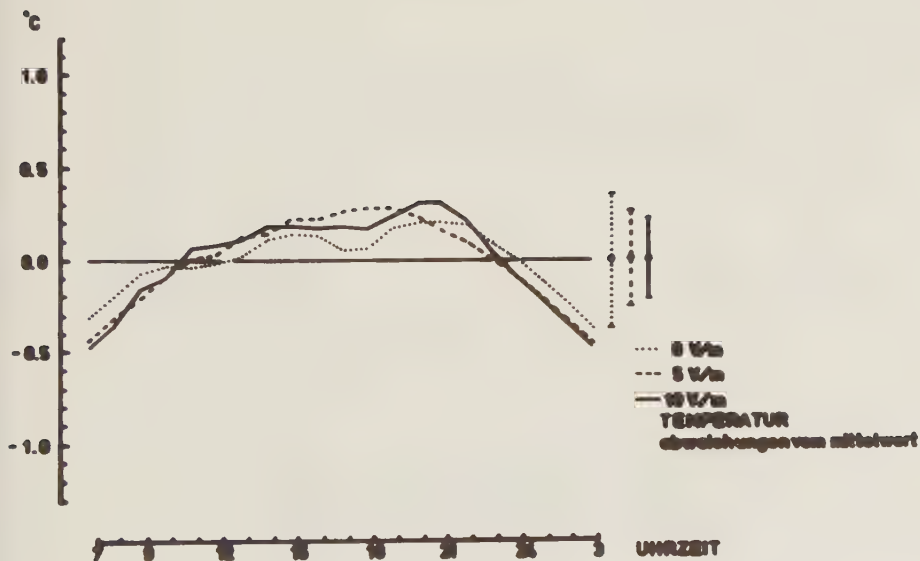


Abb.25: Verlauf der Mittelwertkurven der Temperatur bei 0, 5 und 10 V/m in °C-Abweichung vom Mittelwert der Gleichwerte; rechts: Mittelwerte und deren S.D. der einzelnen Felder.

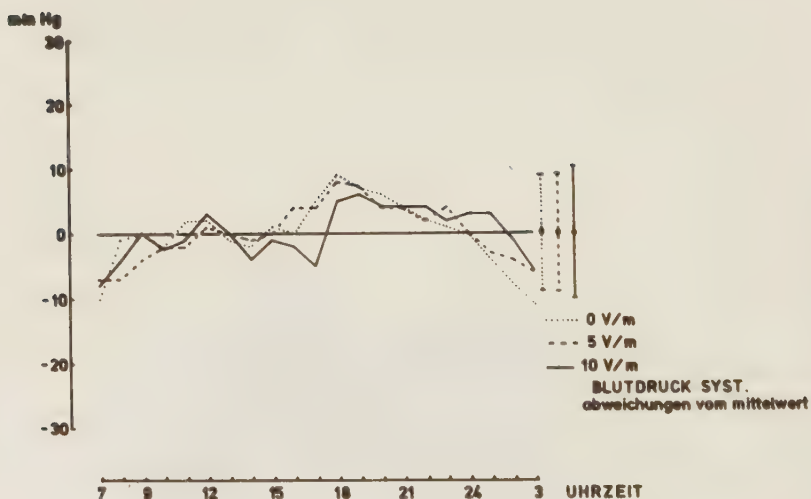


Abb.26: Verlauf der Mittelwertkurven des systolischen Blutdrucks bei 0, 5 und 10 V/m in $\circ$ C-Abweichung vom Mittelwert der Gleichwerte; rechts: Mittelwerte und deren S.D. der einzelnen Felder.

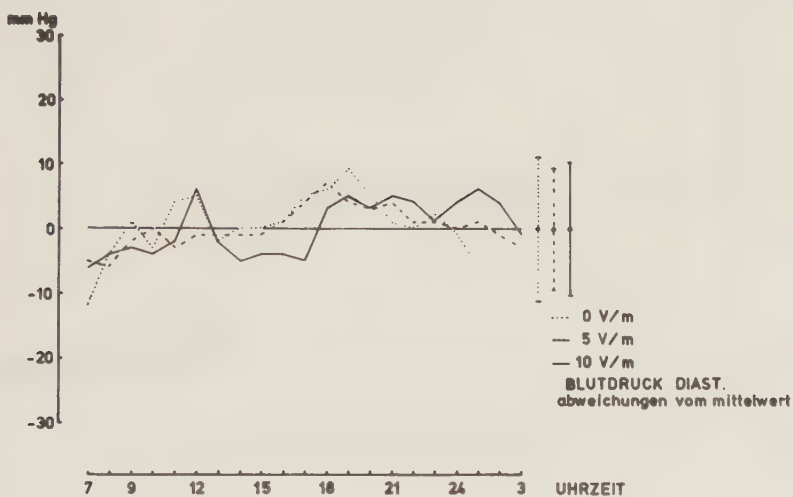


Abb.27: Verlauf der Mittelwertkurven des diastolischen Blutdrucks bei 0, 5 und 10 V/m in $\text{C-Abweichung vom Mittelwert}$ der Gleichwerte; rechts: Mittelwerte und deren S.D. der einzelnen Felder.

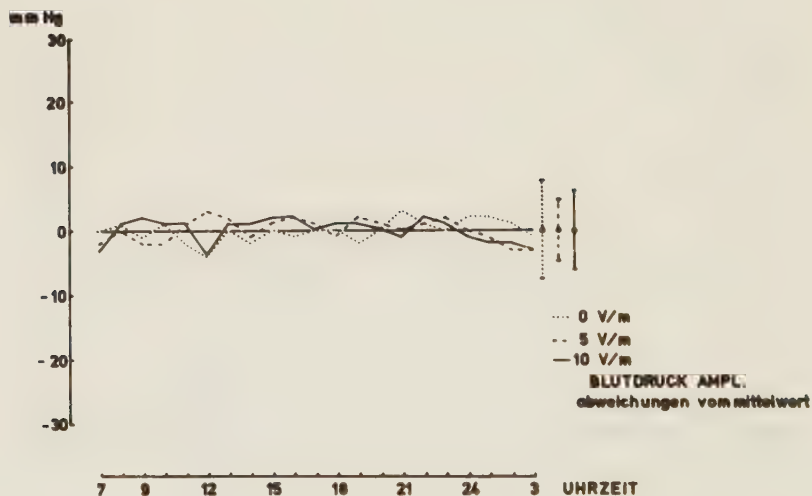


Abb.28: Verlauf der Mittelwertkurven der Blutdruckamplitude bei 0, 5 und 10 V/m in C-Abweichung vom Mittelwert der Gleichwerte; rechts: Mittelwerte und deren S.D. der einzelnen Felder.

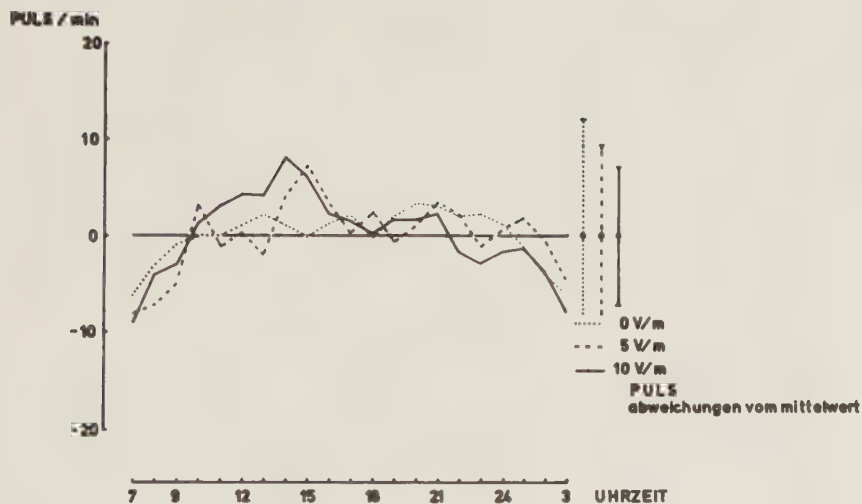


Abb. 29: Verlauf der Mittelwertkurven des Pulses bei 0, 5 und 10 V/m in °C-Abweichung vom Mittelwert der Gleichwerte; rechts: Mittelwerte und deren S.D. der einzelnen Felder.

3. 5. 2. Die Gleichwerte der Parameter und ihre Standardabweichung

Die Mittelwerte der Individualgleichwerte zeigen, wie sich die Höhe der Gleichwerte des betreffenden Parameters unter einem bestimmten Feld verändert hat. In Abb.30 kann man sehen, daß in Bezug auf das 5 V/m-Feld sich alle Parameter gleich verhalten. Sie werden kleiner als die Gleichwerte des 0 V/m-Feldes. In der Diskussion wird noch darauf einzugehen sein. Auch die Streubreite - widergespiegelt durch die Standardabweichung - wird mit einer Ausnahme (RR systolisch, und dort auch nur um einen kleinen Betrag) kleiner. Dies gibt den deutlichen Hinweis auf eine gerichtete Wirkung des 5 V/m-Feldes in Abgrenzung zum 0 V/m-Feld.

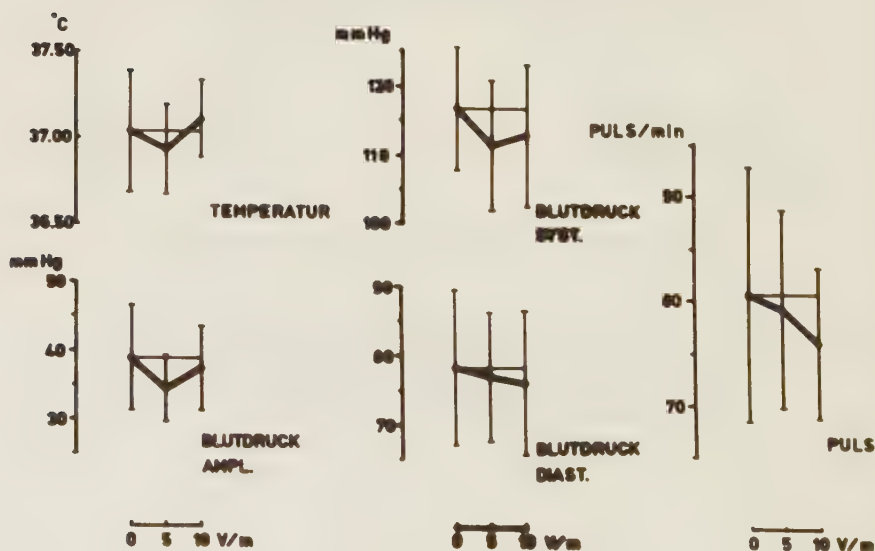


Abb.30: Mittelwerte der Gleichwerte der einzelnen Parameter und ihre S.D. unter den verschiedenen Feldern

Der Einfluß des 10 V/m-Feldes aber führt bei den Parametern zu unterschiedlichen Wirkungen. Bei der Temperatur, beim systolischen Blutdruck und bei der Blutdruckamplitude erhöht sich der Gleichwert gegenüber dem Gleichwert beim 5 V/m-Feld, nur bei der Temperatur jedoch auch gegenüber dem des 0 V/m-Feldes. Bei den beiden Blutdruckgleichwerten sinkt er dagegen unter den des 0 V/m-Feldes. Der Gleichwert des Pulses und des diastolischen Blutdrucks senkt sich gegenüber den Gleichwerten der anderen beiden Felder.

3. 5. 3. Die Maxima der Individualkurven

Die Werte, die in Abb.31 ihren Ausdruck finden, sind nicht die Maxima der Mittelwertkurven der Abb.10 - 24. Diese hier vorliegenden Mittelwerte wurden gefunden, indem die Zeitpunkte der Individualmaxima gemittelt wurden. Sie unterscheiden sich vom Zeitpunkt des Maximums der Mittelkurve. Dies bestätigt die Vermutung, daß eine reine Mittelung über die Zeit Tendenzen der Einzelkurven verwischt (s.auch 3.4. Statistische Behandlung der Meßergebnisse).

Es zeigt sich, daß bei der Temperatur das Maximum unter einem 5 V/m-Feld früher eintritt, unter einem 10 V/m-Feld etwas später als bei einem 0 V/m-Feld.

Beim Blutdruck zeigt sich diese Tendenz noch deutlicher, indem zu beobachten ist, daß bei 5 V/m die Maxima auf einander zu wandern, und zwar konzentrisch, - d.h. beide bewegen sich auf einen Zeitpunkt zu, der zwischen ihnen liegt - und unter einem 10 V/m-Feld sich exzentrisch von einander weg bewegen. Dies ist sowohl beim systolischen als auch beim diastolischen Blutdruck zu beobachten. Man könnte sagen, daß

sich hier die Perioden zu "verkürzen" oder zu "verlängern" trachten. Die Periode des 10 V/m-Feldes verlängert sich aber nur gegenüber jener des 5 V/m-Feldes; gegenüber der des 0 V/m-Feldes bleibt sie annähernd unverändert (wenige Minuten länger).

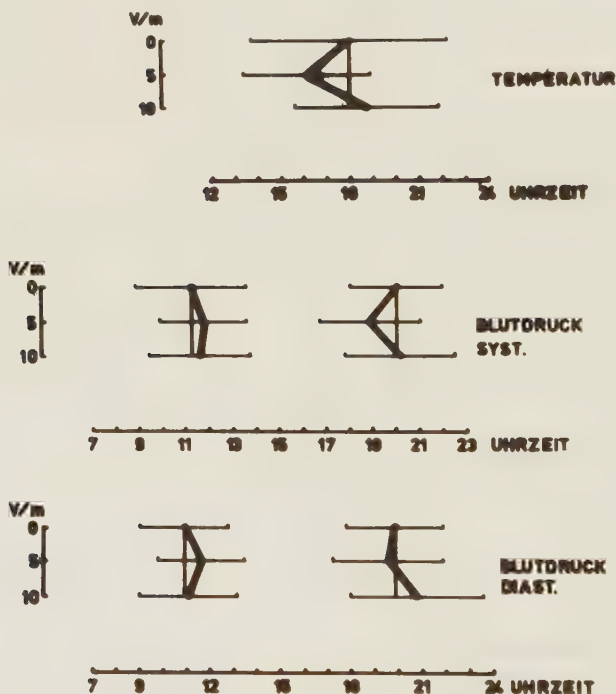


Abb.31: Zeitpunkte der gemittelten Maxima der einzelnen Parameter unter den verschiedenen Feldern

3. 5. 4. Die Mittelwerte der einzelnen Tagesabschnitte

Gemäß dem Ergebnis der Arbeit von MERTENS (42) sollen hier auch die Mittelwerte der in einzelne Fraktionen zerlegten Verläufe der einzelnen Parameter betrachtet werden. Nach MERTENS haben sie mehr Aussagekraft als die reinen Gleichwerte.

Gemeinsam ist allen Parametern in dieser Darstellung, daß die Standardabweichung zwischen 18 und 21 Uhr und zwischen 13 und 16 Uhr geringer ist als die zwischen 7 und 10 Uhr sowie zwischen 24 und 3 Uhr. Fortan werden der Einfachheit halber den einzelnen Bereichen folgende Bezeichnungen zugeordnet:

7 - 10	Vormittagsbereich
13 - 16	Nachmittagsbereich
18 - 21	Abendbereich
24 - 3	Nachtbereich

Der Verlauf der Temperatur zeigt nachts und vormittags eine deutliche Senkung unter 5 V/m, während unter 10 V/m dort wieder der gleiche Zustand herrscht wie bei 0 V/m. Im Nachmittags- und im Abendbereich wird die Temperatur unter 5 V/m kaum, unter 10 V/m jedoch deutlich erhöht. Man kann sagen, daß das Verhältnis der Reaktionen zwischen 0 V/m auf der einen Seite und 5 bzw. 10 V/m auf der anderen verschieblich ist; hingegen schienen bei der Temperatur die Reaktionen bei 5 V/m und bei 10 V/m im festen Verhältnis zueinander zu stehen. (Abb.32)

Der selbe Verlauf scheint bei der Blutdruckamplitude vorzuliegen, doch ist dies nicht verwunderlich, da wir ein entsprechendes Verhalten der Gleichwerte

schon festgestellt haben; wie auch schon zu sehen war, daß die Blutdruckamplitude offenbar keine circadiane Periode hat. (Abb.32)

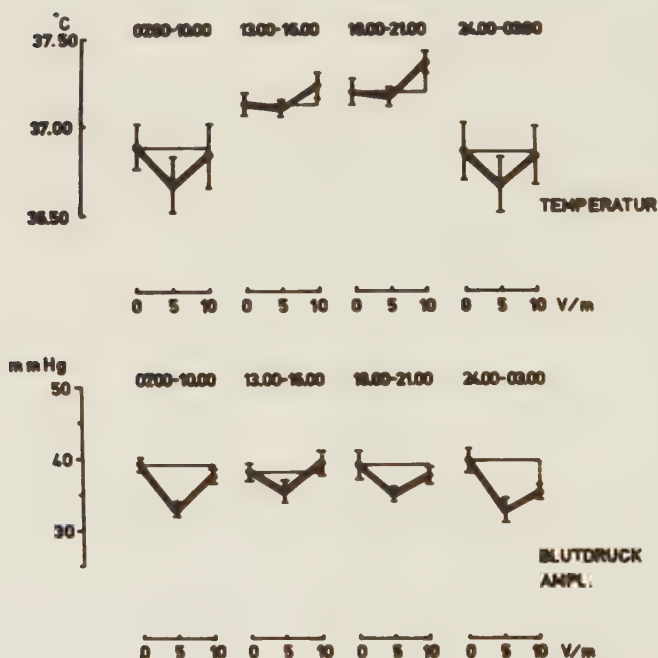


Abb.32: Mittelwerte der Temperatur und der Blutdruckamplitude für vier bestimmte Zeitabschnitte der Mittelwertkurve ihrer Parameter unter den einzelnen Feldern

Beim Verlauf des systolischen Blutdrucks scheinen eher die Reaktionen bei 0 und 5 V/m miteinander verbunden zu sein, während die unter 10 V/m ein wechselndes Verhältnis zu den beiden ersten haben. Der systolische Druck ist unter 5 V/m immer tiefer als unter 0 V/m. Während er nachts und morgens gegenüber dem unter 5 V/m verlaufenden Druck steigt, sinkt er nachmittags und ist ihm am Abend etwa gleich. (Abb.33)

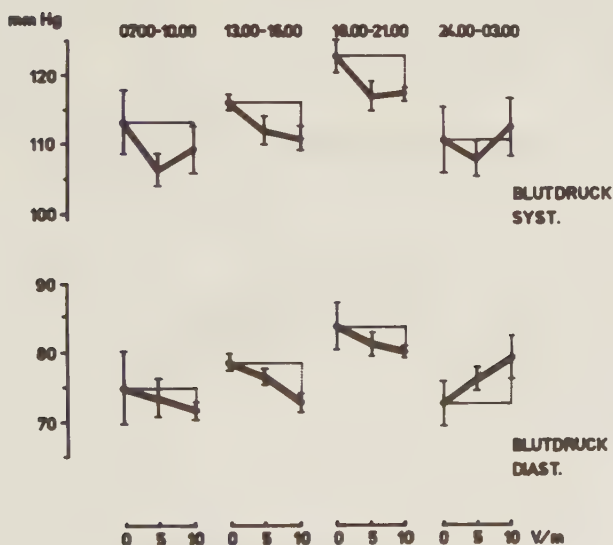


Abb.33: Mittelwerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks für vier bestimmte Zeitabschnitte der Mittelwertkurve ihrer Parameter unter den einzelnen Feldern

Der diastolische Blutdruck könnte als Funktion der Blutdruckamplitude und des systolischen Blutdrucks aufgefaßt werden. Letzterer verleiht ihm seinen circadianen Rhythmus dadurch, daß die Amplitude keinen Eigenrhythmus aufweist. Ersterer verleiht ihm den sich ändernden Gleichwert unter dem Einfluß der elektrischen Felder. (Abb.33)

Beim Puls scheint - was die Koppelung der Reaktionen unter bestimmten Feldern betrifft - ein Verhalten wie bei der Temperatur vorzuliegen. Nur reagierte die Temperatur mit einer Erhöhung unter 10 V/m gegenüber 5 V/m. Der Puls aber verringert sich unter 10 V/m gegenüber 5 V/m. (Abb.34)

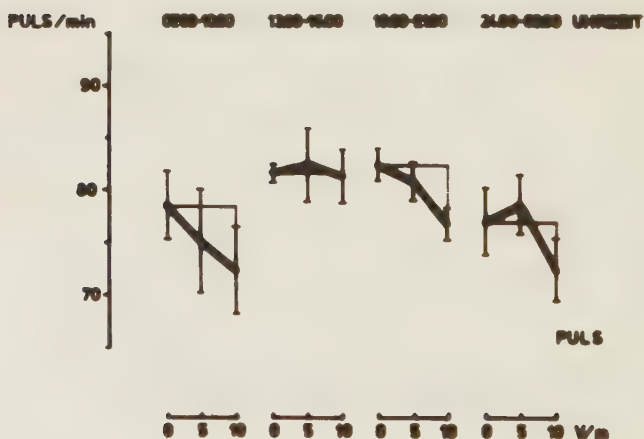


Abb.34: Mittelwerte des Pulses für vier bestimmte Zeitabschnitte der Mittelwertkurve ihrer Parameter unter den einzelnen Feldern

3. 5. 5. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Versuche können - auf Grund der in "Statistische Behandlung der Meßwerte" angegebenen Ursachen - nicht als "gesichert" betrachtet werden; doch können Tendenzen dann, wenn sie sogar bei verschiedenen Parametern gleichsinnig auftreten, als konkreter Hinweis auf Tatsachen gewertet werden. Sie könnten die Grundlage für weitere, detailliertere Versuchsreihen sein.

Zusammenfassung kann auf Grund der Versuchsergebnisse vermutet werden, daß die elektrischen Wechselfelder mit einer Frequenz von 10 Hz und 5 - und 10 V/m-Stärke verändernd auf den Gleichwert von Temperatur, Blutdruck und Puls und ihrer circadianen Perioden beim Menschen wirken.

Ihre Wirkung ist bei den einzelnen Parametern verschieden. Doch kann man anhand der Reaktionen vermuten, daß die Feldstärken von 5 und 10 V/m antagonistisch wirken. Am deutlichsten kommt dies bei der Veränderung der Periodendauer zum Ausdruck. Hier verkürzen sich die Perioden unter einem 5 V/m-Feld, während sie unter 10 V/m sich wieder bis zu der ursprünglich unter 0 V/m gemessenen Periodenlänge ausdehnen.

In Bezug auf die Veränderung in der Höhe der Gleichwerte oder der fraktionierten Gleichwerte läßt sich keine einheitliche Wirkung feststellen. Doch kann wiederum vermutet werden, daß bei manchen Parametern die Reaktionen unter zwei bestimmten Feldern immer im gleichen Verhältnis stehen, während beide jedoch unterschiedliche Verhältnisse zum dritten Feld zeigen. Es unterscheiden sich - bei der Betrachtung der Gleichwerte von Temperatur, Puls und Blut-

druckamplitude - konstant die Reaktionen unter 5 und 10 V/m, die Reaktionen von systolischem Blutdruck und Blutdruckamplitude unter 0 und 5 V/m.

Die Blutdruckamplitude scheint keiner circadianen Periode zu unterliegen, doch läßt sich die Höhe ihres Gleichwertes durch die elektrischen Felder verändern.

Der diastolische Blutdruck scheint durch den systolischen Blutdruck und die Blutdruckamplitude bestimmt zu sein und somit keine eigene Periode zu führen, jedenfalls keine, die sich von der des systolischen Blutdrucks unterscheiden würde.

4. Diskussion

SELYE (51) zeigt, daß eine Senkung der Gleichwerte der Temperatur durch einen stress-Faktor - gleich welcher Art - verursacht wird. ILSE (25) weist nach, daß unter Anwendung der elektrischen Wechselfelder mit einer Frequenz von 10 Hz und einer Stärke von 5 V/m die Reaktionszeit signifikant verlängert wird. Die vorliegenden Versuche stellen die Verbindung her: unter einem elektrischen Wechselfeld von 10 Hz und 5 V/m erhalten wir den Hinweis, daß die Temperatur gesenkt wird. Daraus könnte man folgern, daß unter Stress sich die Reaktionsgeschwindigkeit verringert, eine Folgerung, die durchaus vernünftig erscheint.

Vergegenwärtigt man sich z.B. die circadiane Temperaturrhythmik beim physiologischen elektrischen Erdfeld, wie sie WEVER (55) beschreibt, und zeichnet sich auf ihr die Zeiten ein, an denen nach KÖNIG und ANKERMÜLLER (36) die Felder vom Signaltyp I mit 5 V/m wirken, so wird man feststellen müssen, daß es

durchaus möglich ist, daß diese Felder den Verlauf von seinem ursprünglichen, sinus-förmigen Verlauf in die bekannte charakteristische Form bringen. (Abb.35)

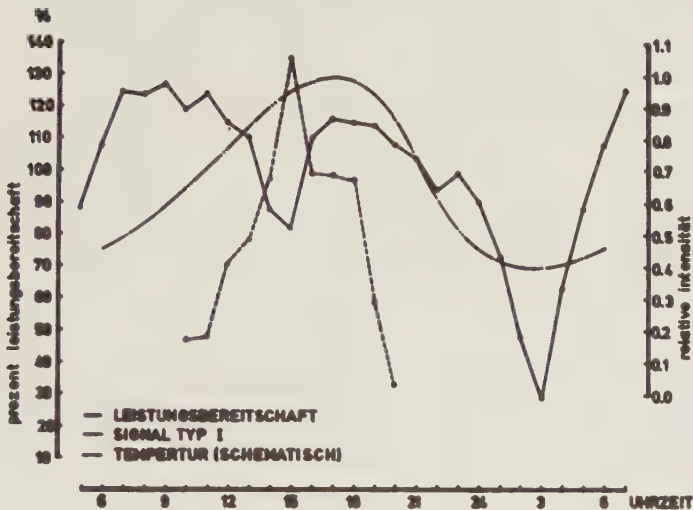


Abb.35: Projektion des Verlaufes der Leistungskurve nach GRAF (durchgezogen) auf den Verlauf der Stärke des Feldes des Signaltyps I nach KÖNIG und ANKERMÖLLER (gestrichelt)

Daß die 10 Hz-Felder mit 5 V/m verkürzend auf die circadiane Periode der Temperatur und des Blutdrucks wirken, hat das Ergebnis des eigenen Versuches angedeutet. (WEVER beweist die verkürzende Wirkung eines 10 Hz-Feldes mit 2.5 V/m auf die circadiane Periode der Temperatur). Hält sich nun ein Fluggast in der

Zeit, in der die physiologischen elektrischen Felder seine circadiane Periode "bremsen" würden, in einem Flugzeug auf, - bei diesem Beispiel wird die Reaktion der Temperaturperiode auf die gesamte circadiane Einstellung des Fluggastes erweitert - so können die Felder ihn nicht erreichen, da das Flugzeug als Faraday'scher Käfig wirkt. Seine circadiane Periode würde einen "free run" beginnen, der bei der überwiegenden Zahl der Menschen zu einer Verlängerung der Periode führen würde (WEVER (55)).

Fliegt dieser Mensch nun in dieser Zeit nach Westen, so würde sich seine circadiane Periode dem subjektiv längeren Tag anpassen. Er hätte weniger Anpassungsschwierigkeiten an die neue Ortszeit. Fliegt er aber nach Osten, würde er seine circadiane Periode "gegen-sinnig" beschleunigen. Da die Flüge nach Osten auch meistens während der Nacht durchgeführt werden, kommt hinzu, daß gerade in dieser Zeit die größte Verkürzung durch die physiologischen elektrischen Felder verursacht worden wäre. Ferner kommt ein Stress dadurch hinzu, daß der Passagier im Flugzeug nicht gut schlafen kann. Dies alles führt zu einer gesteigerten Differenz der Phasen des Fluggastes zu der Ortszeit am Zielort. So könnte dieser Versuch auch ein Beitrag zur Klärung des Unterschiedes der Anpassung sein, wie sie nach entgegengesetzten transmeridianen Flügen auftritt.

Nach dem Beweis dieser Zusammenhänge hätte man mit dem künstlich erzeugten Feld von 10 Hz und 5 V/m ein Mittel zur Verfügung, um z.B. während eines Ost-Fluges den subjektiven Zeitunterschied des Passagiers am Zielort zu verringern. Beim West-Flug sollte man alle Maßnahmen treffen, um es dem Flug-

gast zu ermöglichen, zu einem "free run" zu kommen,
d.h. ihm seine autonome circadiane Periode zu er-
möglichen.

Tim KRAFFT

6050 Offenbach/Main, Speyerstr.26

Tabellarischer Anhang

I	Temperatur	0 V/m	62 A-B
		5 V/m	62 C-D
		10 V/m	62 E-F
II	Blutdruck-syst.	0 V/m	62 G-H
		5 V/m	62 I-J
		10 V/m	62 K-L
III	Blutdruck-diast.	0 V/m	62 M-N
		5 V/m	62 O-P
		10 V/m	62 Q-R
IV	Puls	0 V/m	62 S-T
		5 V/m	62 U-V
		10 V/m	62 W-X
V	Mittelwerte		
	der 15 Versuchspersonen zur vollen Stunde		62 Y

TEMPERATUR

FELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	36.69	37.00	36.70	35.94	35.89	37.38	36.80	37.00	36.99	37.25	36.98	37.31	37.07	36.69	35.94
8	36.80	37.00	36.87	35.68	36.96	36.52	35.83	37.18	37.18	37.33	37.22	37.45	37.23	36.78	36.08
9	36.78	37.01	37.05	35.62	37.66	36.16	37.19	37.50	37.38	37.49	37.35	37.33	37.27	36.92	36.38
10	37.12	36.94	37.36	36.31	36.49	37.12	37.16	37.31	37.37	37.38	37.27	37.25	37.11	37.09	36.46
11	37.59	37.07	37.32	36.30	36.27	36.96	37.10	37.20	37.21	37.26	37.24	37.34	37.23	37.11	36.39
12	37.29	37.10	37.20	36.53	36.35	37.01	37.01	37.20	37.20	37.22	37.31	37.52	37.44	36.95	36.52
13	37.29	36.78	37.20	36.80	36.27	37.25	36.86	37.44	37.16	37.40	37.17	37.68	37.44	37.09	36.59
14	37.50	37.38	37.70	36.61	36.32	37.45	36.82	37.61	36.97	37.13	37.17	37.72	37.64	37.20	36.65
15	37.40	37.22	37.46	36.92	36.52	37.53	37.04	37.40	36.95	37.31	37.30	37.61	37.61	37.29	36.66
16	37.59	37.05	37.61	36.56	36.62	37.31	37.05	37.50	37.14	37.43	37.25	37.60	37.55	37.35	36.50
17	37.45	37.19	37.13	36.61	36.56	37.52	37.10	37.40	37.20	36.70	37.26	37.60	37.55	37.22	36.45

UHR-
ZEIT

TEMPERATUR

FELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	37.30	37.20	37.49	36.94	36.39	37.67	37.00	37.45	37.19	36.56	37.16	37.64	37.47	37.15	36.45
19	37.40	37.33	37.55	37.14	36.58	37.83	37.10	37.24	37.29	37.36	37.21	37.75	37.35	37.19	36.48
20	37.31	37.39	37.31	37.27	36.82	37.53	37.15	37.25	37.27	37.60	37.38	37.70	37.45	37.20	36.55
21	37.40	37.40	37.40	37.35	36.90	37.20	37.19	37.20	37.15	37.67	37.45	37.75	37.49	37.24	36.45
22	37.35	37.21	37.20	37.14	36.97	37.28	37.21	37.22	37.27	37.74	37.38	37.67	37.56	37.29	36.60
23	37.45	37.05	37.20	36.87	36.54	37.53	37.09	36.98	37.33	37.64	37.26	37.47	37.31	37.40	36.36
24	37.50	37.19	37.20	36.76	36.06	37.65	37.05	36.95	37.13	37.43	37.16	37.22	37.11	37.35	36.39
1	37.37	37.25	37.09	36.55	35.80	37.59	36.99	36.95	36.97	37.24	37.08	37.05	37.01	37.19	36.43
2	37.09	37.14	36.88	36.45	35.77	37.41	36.88	36.91	36.90	37.09	37.02	36.97	36.96	36.96	36.31
3	36.71	36.92	36.63	36.45	35.78	37.16	36.73	36.84	36.86	36.96	36.97	36.95	36.95	36.69	36.11

UHR-
ZEIT

TEMPERATUR

FELD 10 Hz 5 V/m

VERSUCHSPERSONEN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	37.00	36.80	36.65	35.74	35.55	36.50	36.70	36.32	36.63	36.69	36.73	36.29	36.59	36.63	36.56
8	37.16	36.85	36.78	35.91	35.66	36.67	35.73	36.48	36.73	36.79	36.88	36.34	36.64	36.74	36.72
9	37.55	36.75	36.90	36.30	35.54	36.73	36.89	36.58	36.78	36.89	37.04	36.39	36.69	36.84	36.88
10	37.55	36.55	36.81	36.49	36.42	36.71	36.95	36.78	36.99	36.97	37.18	36.47	36.75	37.00	36.99
11	37.49	36.72	36.79	36.79	36.36	37.19	36.90	36.69	37.16	37.21	37.27	36.54	36.72	37.20	37.06
12	37.56	37.03	36.79	36.73	36.31	36.95	36.98	36.59	37.29	37.27	37.41	36.89	36.54	37.09	36.96
13	37.57	37.11	36.88	36.93	36.59	36.97	37.15	36.82	37.23	37.13	37.25	36.78	36.77	37.37	37.10
14	37.53	37.11	37.00	36.59	36.51	36.87	37.01	37.10	37.15	37.07	37.49	36.82	36.86	37.43	37.48
15	37.75	37.16	37.05	36.87	36.38	37.15	37.10	36.96	37.28	37.32	37.58	36.91	37.26	37.15	37.26
16	37.76	37.27	37.15	37.39	36.06	37.06	36.97	37.11	37.25	37.30	37.40	36.75	37.16	37.37	37.21
17	37.82	37.42	37.10	37.36	36.49	37.11	37.07	37.02	37.08	37.27	37.44	36.70	37.34	37.22	37.35

UHR-
ZEIT

TEMPERATUR

FELD 10 Hz 5 V/m

		VERSUCHSPERSONEN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18		37.81	37.31	37.19	37.29	36.95	37.32	37.01	37.19	37.08	37.07	37.43	36.69	37.16	37.29	37.31
19		37.71	37.29	37.22	37.30	36.69	37.25	37.15	37.36	37.14	37.05	37.18	36.80	37.24	37.38	37.35
20		37.73	37.32	37.07	37.30	36.60	37.36	36.94	37.13	37.24	37.10	37.06	36.76	37.06	37.49	37.27
21		37.43	37.16	37.17	37.41	36.79	37.46	36.92	36.96	37.18	36.97	36.95	36.66	36.90	37.55	37.01
22		37.22	37.15	37.48	37.13	36.61	37.27	36.97	36.91	37.03	36.86	36.95	36.61	36.86	37.40	36.91
23		37.69	37.41	37.35	36.57	36.45	37.17	36.82	36.81	36.87	36.81	36.91	36.47	36.76	37.18	36.78
24		37.42	37.32	37.20	36.36	36.56	37.18	36.71	36.71	36.76	36.76	36.86	36.40	36.71	36.94	36.67
1		37.10	37.21	37.09	36.20	36.42	37.00	36.66	36.62	36.70	36.71	36.81	36.37	36.67	36.74	36.60
2		36.98	37.11	36.95	36.04	36.08	36.63	36.63	36.54	36.65	36.68	36.75	36.33	36.62	36.61	36.53
3		36.97	37.04	36.81	35.88	35.61	36.19	36.61	36.45	36.62	36.66	36.69	36.28	36.58	36.54	36.48

UHR-
ZEIT

TEMPERATUR

FELD 10 Hz 10 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	36.69	36.85	36.58	36.36	36.11	36.80	36.54	36.69	36.59	36.85	36.83	36.72	36.78	36.54	36.57
8	36.88	36.77	36.77	36.57	36.01	37.00	36.62	36.80	36.64	36.93	36.98	36.91	36.92	36.63	36.74
9	36.96	36.98	36.72	36.88	36.44	37.00	36.89	36.88	36.84	37.27	37.27	37.22	37.09	36.79	37.03
10	37.29	36.95	36.55	36.81	36.21	37.09	37.03	37.10	37.11	37.24	37.37	37.23	37.12	37.03	37.05
11	37.48	36.82	36.81	36.77	36.54	37.15	37.24	37.00	37.29	37.49	37.59	37.53	37.40	37.05	37.34
12	37.65	36.83	37.06	37.00	36.43	37.29	37.20	37.20	37.21	37.51	37.46	37.42	37.46	36.86	37.25
13	37.75	36.90	37.20	36.80	36.27	37.42	37.27	37.21	37.25	37.47	37.55	37.55	37.44	36.94	37.31
14	37.51	36.85	37.10	37.00	36.66	37.48	37.40	37.16	37.47	37.74	37.39	37.68	37.66	37.10	37.10
15	37.67	37.02	37.19	37.10	36.82	37.62	37.33	37.00	37.53	37.54	37.37	37.48	37.51	36.97	37.23
16	37.72	37.10	37.19	37.41	36.55	37.34	37.25	37.18	37.33	37.49	37.51	37.43	37.45	36.86	37.31
17	37.52	37.11	37.35	37.40	36.65	37.48	37.30	37.30	37.29	37.40	37.31	37.59	37.50	36.89	37.20

UHR-
ZEIT

TEMPERATUR

FELD 10 Hz 10 V/m

		VERSUCHSPERSONEN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18		37.59	36.93	37.21	37.09	36.45	37.60	37.23	37.40	37.39	37.50	37.29	37.51	37.58	37.03	37.37
19		37.60	36.94	37.34	37.10	36.79	37.60	37.15	37.31	37.49	37.37	37.47	37.45	37.77	37.18	37.51
20		37.64	37.26	37.49	37.24	36.68	37.61	37.27	37.31	37.59	37.33	37.66	37.57	37.91	37.30	37.36
21		37.65	37.01	37.49	37.50	36.65	37.70	37.37	37.36	37.57	37.54	37.36	37.75	37.58	37.26	37.45
22		37.60	37.10	37.39	37.32	36.60	37.52	37.22	37.24	37.40	37.65	37.14	37.70	37.11	37.20	37.54
23		37.41	36.81	37.02	37.20	36.71	37.30	37.03	37.11	37.12	37.36	36.96	37.47	36.86	37.26	37.56
24		37.48	36.87	37.15	37.12	36.75	37.22	36.88	36.97	36.83	37.06	36.85	37.17	36.75	36.95	37.10
1		37.49	36.97	37.27	36.99	36.67	37.14	36.75	36.85	36.62	36.85	36.80	36.93	36.69	36.67	36.69
2		37.31	36.89	37.09	36.85	36.51	37.04	36.65	36.77	36.49	36.68	36.77	36.75	36.66	36.52	36.50
3		37.01	36.71	36.76	36.69	36.37	36.92	36.51	36.72	36.42	36.56	36.76	36.62	36.65	36.47	36.42

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - SYST. (x100)

FELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	1.00	1.18	1.20	0.93	0.98	0.93	0.99	1.05	1.04	1.10	1.15	1.10	1.04	1.19	1.09
8	1.00	1.41	1.21	1.08	1.05	1.20	1.09	1.10	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.30	1.14
9	0.96	1.18	1.11	1.27	1.10	1.38	1.10	1.10	1.10	1.14	1.19	1.23	1.15	1.26	1.15
10	0.97	1.25	1.15	1.10	1.00	1.09	1.00	1.10	1.14	1.23	1.24	1.35	1.15	1.30	1.19
11	1.10	1.35	1.10	1.05	1.09	1.06	1.05	1.15	1.15	1.30	1.30	1.31	1.25	1.30	1.24
12	1.00	1.35	1.20	1.13	1.08	1.23	1.05	1.11	1.17	1.23	1.27	1.30	1.17	1.26	1.26
13	1.20	1.36	1.15	1.13	1.05	1.19	1.01	1.05	1.05	1.15	1.21	1.30	1.10	1.25	1.21
14	0.95	1.20	1.20	1.01	1.12	1.10	0.99	1.09	1.10	1.25	1.24	1.34	1.11	1.30	1.20
15	1.19	1.34	1.09	1.22	1.09	1.28	1.10	1.10	1.00	1.15	1.25	1.35	1.00	1.35	1.11
16	1.01	1.36	1.29	1.23	1.03	0.98	1.00	1.09	1.09	1.24	1.24	1.34	1.15	1.30	1.19
17	0.99	1.25	1.14	1.14	1.09	1.11	1.14	1.15	1.15	1.34	1.38	1.45	1.20	1.39	1.28
UHR- ZEIT															

BLUTDRUCK - SYST. (x100)

FELD 10 Hz 0 V/m

		VERSUCHSPERSONEN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	1.10	1.30	1.14	1.05	1.08	1.27	1.05	1.10	1.19	1.39	1.41	1.45	1.19	1.41	1.41	1.74
19	1.01	1.23	1.10	1.12	1.05	1.15	1.15	1.20	1.21	1.42	1.40	1.45	1.35	1.35	1.35	1.33
20	1.02	1.57	1.26	1.23	1.05	1.17	1.05	1.05	1.12	1.27	1.36	1.40	1.17	1.40	1.40	1.22
21	1.15	1.37	1.31	1.29	1.06	1.27	1.00	0.99	1.05	1.28	1.31	1.36	1.10	1.41	1.41	1.11
22	1.01	1.25	1.15	1.25	1.12	1.19	1.04	1.09	1.08	1.34	1.30	1.35	1.10	1.31	1.31	1.17
23	1.00	1.30	1.19	1.14	1.14	1.08	1.10	1.10	1.11	1.25	1.30	1.30	1.15	1.30	1.30	1.25
24	1.00	1.26	1.25	1.22	1.08	1.31	1.06	1.05	1.10	1.09	1.29	1.26	1.11	1.21	1.21	1.17
1	0.99	1.19	1.22	1.24	1.05	1.32	1.01	1.02	1.09	0.98	1.26	1.22	1.06	1.14	1.14	1.09
2	0.99	1.14	1.14	1.21	1.04	1.17	0.99	0.99	1.07	0.94	1.23	1.18	1.06	1.14	1.14	0.96
3	1.00	1.00	1.07	1.17	1.05	0.98	1.00	0.96	1.06	0.94	1.18	1.13	1.09	1.18	1.18	0.98

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - SYST. (x100)

FELD 10 Hz 5 V/m

VERSUCHSPERSONEN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	1.03	1.24	0.93	1.16	0.90	0.98	0.90	0.95	0.95	1.10	1.10	1.21	0.95	1.21	1.04
8	1.05	1.11	1.10	1.16	0.90	0.98	0.90	0.95	0.95	1.10	1.10	1.19	1.00	1.15	1.09
9	1.04	1.01	1.26	0.94	0.96	1.14	0.95	0.95	0.95	1.15	1.15	1.29	1.00	1.20	1.10
10	1.01	1.18	1.13	1.14	1.05	1.10	1.00	0.95	0.95	1.15	1.16	1.26	1.00	1.20	1.10
11	0.99	1.17	0.95	1.12	1.06	1.25	0.94	0.95	0.98	1.20	1.14	1.29	1.05	1.20	1.14
12	1.02	1.21	0.91	1.03	1.08	1.16	1.09	0.95	1.10	1.16	1.24	1.31	1.10	1.24	1.20
13	1.07	1.31	0.98	0.98	1.14	1.24	1.02	0.94	0.97	1.14	1.25	1.26	1.05	1.30	1.12
14	1.10	1.19	1.00	1.04	1.05	0.96	0.95	1.00	1.03	1.19	1.26	1.29	1.19	1.26	1.04
15	1.11	1.20	0.93	1.09	1.08	1.02	1.00	0.96	1.02	1.21	1.20	1.30	1.16	1.29	1.16
16	1.16	1.33	0.92	1.10	1.14	1.16	1.00	0.94	1.05	1.10	1.25	1.35	1.19	1.35	1.25
17	1.13	1.10	1.01	1.09	1.03	1.02	1.04	1.02	1.21	1.22	1.29	1.35	1.25	1.35	1.24

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - SYST. (x100)

FELD 10 Hz 5 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	1.06	1.11	0.96	1.11	1.00	1.02	1.05	1.10	1.23	1.30	1.74	1.35	1.25	1.35	1.29
19	1.04	1.34	0.99	1.18	1.04	1.20	1.01	1.06	1.08	1.30	1.35	1.36	1.22	1.32	1.27
20	1.05	1.19	1.20	1.21	1.07	1.27	0.95	1.00	0.99	1.25	1.26	1.30	1.15	1.25	1.21
21	1.03	0.90	1.35	1.12	1.04	1.18	1.00	1.05	1.09	1.25	1.25	1.34	1.15	1.30	1.20
22	1.00	1.07	1.23	1.12	1.13	1.19	0.95	1.01	1.03	1.21	1.21	1.31	1.10	1.26	1.21
23	1.00	1.37	1.05	1.15	1.28	1.30	1.00	1.00	0.99	1.16	1.20	1.31	1.10	1.20	1.11
24	1.00	1.35	1.02	1.10	1.15	1.14	0.96	0.95	1.04	1.11	1.20	1.22	1.10	1.20	1.13
1	1.00	1.21	1.22	1.04	1.04	1.03	0.91	0.92	1.07	1.07	1.19	1.13	1.09	1.19	1.17
2	1.00	1.08	1.38	1.01	1.00	1.01	0.91	0.92	1.06	1.05	1.16	1.09	1.06	1.17	1.14
3	1.00	0.98	1.41	1.02	1.00	1.03	0.93	0.94	1.03	1.05	1.12	1.09	1.02	1.12	1.06

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - SY ST. (x100)

FELD 10 Hz 10 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.85	1.15	0.95	0.80	0.87	1.20	1.00	1.00	0.99	1.08	1.19	1.28	1.05	1.24	1.08
8	0.84	1.31	1.10	0.89	0.80	1.10	0.95	1.00	1.05	1.24	1.25	1.35	1.04	1.30	1.14
9	1.02	1.16	1.05	0.96	1.04	1.15	1.00	1.05	1.05	1.26	1.26	1.32	1.10	1.31	1.17
10	1.15	1.29	1.15	0.89	1.05	1.08	1.00	1.00	1.05	1.15	1.16	1.26	1.06	1.22	1.12
11	1.11	1.23	1.06	1.13	1.06	1.30	1.00	1.00	1.04	1.14	1.19	1.24	1.05	1.20	1.05
12	1.06	1.15	1.14	1.05	0.95	1.05	1.10	1.00	1.15	1.25	1.30	1.34	1.14	1.30	1.18
13	1.00	1.20	1.06	1.10	1.12	1.22	1.06	0.96	1.08	1.17	1.18	1.28	1.11	1.21	1.16
14	1.00	1.20	1.14	1.05	0.99	1.10	1.01	0.95	1.04	1.14	1.09	1.23	1.11	1.16	1.15
15	0.95	1.19	1.12	1.09	0.85	1.27	0.91	1.04	1.10	1.20	1.15	1.29	1.15	1.25	1.15
16	1.04	1.29	1.01	1.20	0.99	1.20	0.95	1.01	1.07	1.11	1.11	1.27	1.06	1.16	1.11
17	1.05	1.27	0.99	1.16	1.05	0.95	1.00	0.99	0.99	1.14	1.14	1.23	1.09	1.14	1.05

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - SYST. (x100)

FELD 10 Hz 10 V/m

		VERSUCHSPERSONEN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	1.05	1.15	1.04	1.15	1.05	1.23	1.09	1.15	1.13	1.29	1.29	1.29	1.43	1.20	1.29	1.17
19	1.05	1.29	1.10	1.26	0.96	1.30	1.11	1.01	1.11	1.27	1.27	1.31	1.42	1.12	1.30	1.22
20	1.18	1.38	1.15	1.08	0.95	1.35	1.01	0.99	1.06	1.19	1.19	1.25	1.40	1.05	1.35	1.15
21	1.16	1.25	1.11	1.10	1.00	1.15	1.00	1.05	1.01	1.30	1.30	1.35	1.40	1.10	1.30	1.20
22	1.10	1.44	1.10	1.25	1.00	1.19	0.99	1.01	1.00	1.25	1.25	1.30	1.40	1.06	1.36	1.12
23	1.15	1.36	1.05	1.15	1.00	1.30	1.05	1.00	1.00	1.25	1.25	1.25	1.36	1.05	1.21	1.10
24	1.11	1.30	1.09	1.19	1.19	1.31	1.00	1.00	1.04	1.25	1.25	1.20	1.31	1.05	1.30	1.10
1	1.06	1.29	1.12	1.23	1.21	1.23	0.96	0.99	1.07	1.22	1.22	1.16	1.27	1.04	1.39	1.08
2	1.04	1.27	1.10	1.21	1.05	1.12	0.96	0.98	1.04	1.16	1.16	1.13	1.24	1.03	1.34	1.06
3	1.05	1.25	1.06	1.17	0.91	1.04	0.98	0.96	0.99	1.09	1.09	1.11	1.21	1.01	1.22	1.02

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - DIAST. (x100)

FELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.61	0.69	0.70	0.16	0.77	0.66	0.50	0.65	0.74	0.60	0.83	0.74	0.74	0.74	0.78
8	0.36	0.79	0.80	0.58	0.74	0.83	0.55	0.69	0.95	0.60	0.94	0.84	0.80	0.85	0.86
9	0.48	0.80	0.76	1.04	0.71	0.91	0.60	0.86	0.86	0.55	0.95	0.94	0.83	0.80	0.76
10	0.48	0.81	0.78	0.70	0.70	0.70	0.56	0.61	0.89	0.62	0.74	0.95	1.00	0.89	0.86
11	0.68	0.78	0.84	0.80	0.79	0.70	0.50	0.75	0.90	0.79	1.05	0.95	0.86	0.91	1.00
12	0.60	0.95	0.85	0.84	0.80	0.86	0.65	0.67	0.86	0.80	1.00	0.94	0.83	0.81	0.95
13	0.60	0.81	0.80	0.80	0.82	0.87	0.51	0.40	0.56	0.85	1.03	1.03	0.56	0.84	1.01
14	0.51	0.80	0.85	0.90	0.88	0.80	0.43	0.61	0.82	0.79	0.92	1.07	0.69	0.90	0.82
15	0.59	0.80	0.80	0.97	0.78	0.86	0.59	0.66	0.75	0.60	1.04	0.96	0.60	0.95	0.84
16	0.70	0.89	0.90	0.86	0.64	0.73	0.54	0.66	0.79	0.74	1.01	1.00	0.75	0.90	0.81
17	0.60	0.91	0.76	0.72	0.73	0.79	0.70	0.95	0.84	0.79	1.08	1.19	0.81	0.84	0.76

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - DIAST. (x100)

FELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0.69	0.80	0.90	0.69	0.84	0.84	0.51	0.62	0.94	0.88	1.10	1.07	0.78	0.98	1.02
19	0.62	0.87	0.75	0.72	0.83	0.79	0.71	0.81	0.92	0.93	1.14	1.10	0.99	0.93	0.92
20	0.54	1.01	0.98	0.81	0.79	0.80	0.65	0.85	0.85	0.70	1.12	1.01	0.83	0.89	0.66
21	0.60	0.82	0.82	0.99	0.83	0.82	0.47	0.63	0.93	0.54	1.04	0.89	0.70	1.02	0.76
22	0.46	0.80	0.79	0.91	0.84	0.77	0.52	0.68	0.92	0.67	0.93	0.78	0.76	1.12	0.84
23	0.54	0.80	0.89	0.75	0.78	0.72	0.66	0.70	0.83	0.73	0.83	1.00	1.00	0.88	0.90
24	0.55	0.80	1.00	0.95	0.74	0.84	0.65	0.66	0.80	0.54	0.78	0.93	0.79	0.66	0.82
1	0.53	0.79	1.00	1.02	0.74	0.88	0.63	0.62	0.78	0.42	0.77	0.79	0.57	0.60	0.73
2	0.55	0.76	0.91	0.95	0.75	0.84	0.63	0.59	0.77	0.41	0.79	0.72	0.56	0.64	0.71
3	0.58	0.72	0.74	0.82	0.78	0.74	0.64	0.56	0.76	0.47	0.83	0.70	0.67	0.74	0.73

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - DIAST. (x100)

FELD 10 Hz 5 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.74	0.79	0.75	0.73	0.65	0.65	0.49	0.59	0.76	0.65	0.85	0.92	0.65	0.84	0.74
8	0.67	0.72	0.75	0.71	0.68	0.66	0.54	0.61	0.71	0.65	0.85	0.70	0.65	0.89	0.79
9	0.59	0.72	0.82	0.65	0.75	0.86	0.60	0.51	0.70	0.70	0.90	0.88	0.65	1.00	0.84
10	0.60	0.88	0.91	0.84	0.71	0.75	0.65	0.54	0.71	0.72	0.91	0.79	0.65	1.00	0.84
11	0.58	0.86	0.72	0.79	0.71	0.85	0.60	0.55	0.67	0.95	0.85	0.78	0.65	0.95	0.64
12	0.52	0.78	0.58	0.78	0.71	0.76	0.56	0.64	0.88	0.66	0.90	0.83	0.73	1.00	0.89
13	0.52	0.83	0.59	0.77	0.68	0.81	0.42	0.75	0.79	0.67	0.80	0.97	0.89	0.96	0.86
14	0.68	0.78	0.61	0.78	0.77	0.68	0.54	0.61	0.79	0.99	0.87	1.01	0.87	0.91	0.55
15	0.80	0.58	0.84	0.68	0.77	0.71	0.52	0.50	0.76	0.79	0.91	0.98	0.83	0.89	0.85
16	0.68	0.60	0.75	0.67	0.81	0.73	0.52	0.57	0.79	0.70	1.00	0.85	1.04	0.98	1.01
17	0.59	0.62	0.61	0.73	0.75	0.72	0.65	0.67	1.00	0.69	1.10	1.06	0.93	1.01	0.99

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - DIAST. (x100)

FELD 10 Hz 5 V/m

		VERSUCHSPERSONEN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0.64	0.78	0.79	0.75	0.70	0.81	0.57	0.75	1.00	0.79	1.09	1.04	0.90	0.91	1.00	
19	0.66	0.81	0.70	0.78	0.73	0.83	0.64	0.71	0.83	0.79	1.11	1.00	0.74	0.88	0.96	
20	0.61	0.80	0.72	0.80	0.79	0.93	0.75	0.66	0.74	1.04	0.82	0.96	0.66	0.71	0.95	
21	0.63	0.80	0.90	0.80	0.80	0.92	0.70	0.65	0.80	1.02	0.80	0.95	0.65	0.75	0.90	
22	0.70	0.80	0.79	0.80	0.84	0.82	0.75	0.66	0.72	1.00	0.74	0.93	0.60	0.66	0.95	
23	0.62	0.80	0.69	0.80	0.92	0.90	0.66	0.60	0.74	0.92	0.97	0.81	0.65	0.64	0.91	
24	0.60	0.80	0.80	0.80	0.85	0.74	0.60	0.64	0.80	0.90	0.96	0.88	0.61	0.69	0.93	
1	0.63	0.78	0.90	0.79	0.79	0.65	0.59	0.68	0.81	0.89	0.86	0.96	0.58	0.73	1.00	
2	0.65	0.75	0.90	0.78	0.76	0.65	0.59	0.65	0.78	0.84	0.83	0.90	0.60	0.75	0.94	
3	0.68	0.69	0.85	0.76	0.75	0.72	0.60	0.59	0.73	0.75	0.84	0.86	0.66	0.75	0.86	

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - DIAST (x100)

FELD 10 Hz 10 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.55	0.70	0.80	0.33	0.60	0.70	0.57	0.66	0.79	0.59	0.90	0.94	0.70	0.86	0.79
8	0.48	0.71	0.82	0.61	0.65	0.70	0.40	0.60	0.81	0.69	0.95	0.99	0.70	0.83	0.82
9	0.67	0.69	0.71	0.22	0.74	0.69	0.72	0.60	0.68	0.76	1.01	1.01	0.75	1.04	0.68
10	0.70	0.80	0.65	0.36	0.79	0.79	0.66	0.56	0.60	0.66	0.92	0.95	0.72	0.97	0.61
11	0.64	0.71	0.78	0.70	0.81	0.81	0.64	0.59	0.63	0.74	0.90	1.03	0.65	0.95	0.55
12	0.81	0.80	0.74	0.80	0.70	0.79	0.80	0.75	0.75	0.90	0.86	1.06	0.75	1.07	0.75
13	0.61	0.65	0.64	0.70	0.76	0.89	0.73	0.72	0.62	0.83	0.76	0.93	0.66	0.76	0.85
14	0.60	0.70	0.79	0.65	0.72	0.71	0.52	0.65	0.71	0.71	0.80	0.88	0.65	0.76	0.85
15	0.55	0.66	0.73	0.69	0.60	0.78	0.40	0.79	0.88	0.71	0.75	0.94	0.65	0.80	0.85
16	0.60	0.69	0.59	0.80	0.74	0.77	0.44	0.71	0.87	0.62	0.87	0.92	0.65	0.71	0.82
17	0.61	0.70	0.78	0.76	0.71	0.69	0.49	0.60	0.80	0.59	0.89	0.88	0.64	0.74	0.69

UHR-
ZEIT

BLUTDRUCK - DIAST. (x100)

FELD 10 Hz 10 V/m

VERSUCHSPERSONEN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0.55	0.70	0.75	0.60	0.70	0.94	0.59	0.69	0.88	0.79	1.04	1.13	0.79	0.85	0.90
19	0.55	0.70	0.90	0.77	0.70	0.86	0.61	0.71	0.90	0.73	1.06	1.08	0.77	0.83	0.93
20	0.58	0.71	0.82	0.80	0.70	0.95	0.54	0.61	0.87	0.63	1.02	1.02	0.70	1.04	0.86
21	0.65	0.89	0.84	0.80	0.65	0.80	0.77	0.65	0.73	0.89	0.96	0.91	0.75	1.09	0.73
22	0.60	0.90	0.81	0.85	0.70	0.85	0.79	0.57	0.70	0.85	0.90	0.94	0.75	1.18	0.63
23	0.60	0.95	0.80	0.70	0.70	0.85	0.57	0.59	0.66	0.80	0.86	0.96	0.75	0.92	0.78
24	0.69	0.83	0.80	0.85	0.89	0.89	0.55	0.60	0.73	0.89	0.71	0.91	0.75	1.05	0.80
1	0.74	0.71	0.79	0.99	0.98	0.91	0.60	0.58	0.82	0.93	0.63	0.88	0.74	1.25	0.77
2	0.70	0.69	0.76	0.92	0.94	0.89	0.63	0.57	0.83	0.88	0.66	0.87	0.73	1.17	0.75
3	0.61	0.72	0.72	0.74	0.80	0.83	0.65	0.56	0.79	0.77	0.75	0.89	0.71	0.95	0.75

UHR-
ZEIT

PULS (x100)

FELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.70	0.82	0.82	0.60	0.56	0.83	0.68	0.84	0.82	0.82	0.53	0.77	0.80	0.74	0.73
8	0.71	0.82	0.80	0.72	0.62	0.85	0.74	0.88	0.86	0.91	0.57	0.74	0.81	0.72	0.78
9	0.78	0.80	0.86	0.83	0.64	0.87	0.77	0.90	0.93	0.93	0.72	0.81	0.87	0.77	0.73
10	0.74	0.82	1.01	0.68	0.56	0.88	0.73	0.88	0.99	0.92	0.71	0.81	0.94	0.76	0.65
11	0.91	0.88	1.06	0.64	0.52	0.88	0.68	0.86	1.01	0.90	0.57	0.78	0.92	0.73	0.63
12	0.76	0.78	0.92	0.77	0.60	0.99	0.76	0.87	0.91	0.93	0.64	0.84	0.99	0.67	0.76
13	0.76	0.78	1.00	0.78	0.64	1.06	0.55	0.96	0.82	1.10	0.65	0.77	0.88	0.82	0.73
14	0.72	0.80	1.00	0.72	0.60	1.04	0.62	0.84	0.97	0.92	0.72	0.81	1.05	0.67	0.78
15	0.70	0.78	0.93	0.80	0.56	1.01	0.76	1.03	1.04	0.84	0.55	0.81	0.91	0.67	0.69
16	0.73	0.80	0.94	0.74	0.59	0.98	0.62	0.93	0.86	1.08	0.77	0.71	0.96	0.82	0.74
17	0.81	0.86	0.97	0.81	0.56	1.09	0.69	0.84	1.03	0.91	0.53	0.72	1.04	0.69	0.76

UHR-
ZEIT

PULS (x100)

FIELD 10 Hz 0 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0.73	0.78	0.92	0.76	0.50	1.07	0.76	0.80	1.10	0.87	0.70	0.69	0.98	0.77	0.65
19	0.69	0.85	0.98	0.70	0.56	0.97	0.80	0.88	0.97	0.93	0.79	0.83	1.01	0.72	0.70
20	0.81	0.86	0.94	0.79	0.61	1.05	0.68	0.94	1.03	0.99	0.64	0.81	0.86	0.79	0.79
21	0.92	0.90	0.89	0.82	0.57	1.08	0.73	0.99	0.95	1.06	0.58	0.74	0.78	0.68	0.81
22	0.90	0.88	0.78	0.84	0.58	1.04	0.68	0.90	0.91	0.96	0.54	0.78	0.98	0.76	0.73
23	0.84	0.82	0.84	0.83	0.58	1.04	0.64	0.96	0.98	0.88	0.69	0.86	1.04	0.68	0.74
24	0.80	0.89	0.77	0.79	0.49	1.04	0.71	0.87	1.00	0.97	0.70	0.71	1.00	0.83	0.69
1	0.77	0.94	0.69	0.74	0.45	1.00	0.73	0.79	0.99	1.01	0.59	0.58	0.94	0.95	0.64
2	0.73	0.91	0.66	0.69	0.46	0.95	0.68	0.87	0.95	0.99	0.66	0.54	0.87	0.92	0.63
3	0.70	0.83	0.66	0.94	0.49	0.89	0.57	0.80	0.89	0.97	0.61	0.57	0.79	0.81	0.64

UHR-
ZEIT

PULS (x 100)
 FELD 10 Hz 5 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.65	0.73	0.74	0.68	0.58	0.84	0.55	0.79	0.91	0.90	0.51	0.72	0.84	0.59	0.66
8	0.70	0.78	0.81	0.66	0.58	0.81	0.60	0.74	0.88	0.90	0.65	0.79	0.86	0.54	0.55
9	0.72	0.87	0.89	0.57	0.53	0.78	0.54	0.79	0.91	0.83	0.72	0.86	0.92	0.65	0.56
10	0.71	0.96	0.85	0.95	0.68	0.98	0.66	0.92	1.00	0.71	0.64	0.82	0.98	0.74	0.76
11	0.78	0.87	0.80	0.75	0.59	0.92	0.75	0.98	0.93	0.78	0.59	0.75	0.88	0.62	0.69
14	0.79	0.79	0.83	0.78	0.60	0.97	0.63	0.89	0.85	0.89	0.66	0.85	0.94	0.72	0.74
13	0.76	0.80	0.80	0.65	0.61	0.88	0.70	0.88	0.97	0.93	0.77	0.78	0.84	0.62	0.65
14	0.87	0.85	0.78	0.79	0.57	0.88	0.80	0.90	1.01	1.01	0.80	0.69	0.96	0.83	0.74
15	0.97	0.91	0.97	0.84	0.55	1.03	0.82	0.99	0.90	1.00	0.70	0.76	1.02	0.71	0.73
16	0.91	0.82	0.79	0.79	0.58	0.98	0.71	0.97	0.86	0.92	0.76	0.80	1.01	0.82	0.66
17	0.87	0.80	0.73	0.80	0.65	0.89	0.74	0.99	0.74	0.95	0.52	0.85	0.90	0.66	0.73

UHR-
 ZEIT

PULS (x100)

FELD 10 Hz 5 V/m

		VERSUCHSPERSONEN														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0.81	0.81	0.84	0.80	0.68	0.93	0.93	0.70	0.89	0.83	0.93	0.62	0.86	1.00	0.73	0.81
19	0.77	0.71	0.75	0.80	0.62	1.00	1.00	0.78	0.91	0.93	0.83	0.58	0.74	0.91	0.72	0.72
20	0.77	0.78	0.80	0.83	0.55	0.97	0.97	0.62	0.99	0.90	0.77	0.71	0.73	0.94	0.80	0.86
21	0.86	0.88	0.96	0.92	0.57	0.98	0.98	0.65	0.99	0.96	0.71	0.75	0.84	0.76	0.66	0.88
22	0.92	0.83	0.83	0.92	0.61	1.01	1.01	0.77	0.95	0.99	0.73	0.66	0.90	0.51	0.84	0.72
23	0.82	0.79	0.79	0.80	0.59	0.89	0.89	0.62	0.85	0.95	0.94	0.58	0.74	0.91	0.70	0.73
24	0.80	0.88	0.84	0.80	0.56	0.92	0.92	0.86	0.64	0.92	0.96	0.61	0.73	0.93	0.79	0.73
1	0.79	0.93	0.87	0.80	0.55	0.94	0.94	1.03	0.50	0.91	0.90	0.65	0.79	0.87	0.91	0.71
2	0.75	0.90	0.86	0.77	0.54	0.91	0.91	0.93	0.49	0.89	0.84	0.64	0.81	0.86	0.89	0.74
3	0.69	0.81	0.83	0.72	0.55	0.86	0.86	0.72	0.54	0.87	0.77	0.50	0.78	0.90	0.77	0.79

UHR
ZEIT

PULS (x100)

FELD 10 Hz 10 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	0.60	0.80	0.71	0.54	0.56	0.76	0.55	0.73	0.86	0.82	0.49	0.71	0.77	0.55	0.62
8	0.75	0.75	0.86	0.68	0.56	0.76	0.84	0.64	0.61	0.91	0.74	0.73	0.87	0.53	0.57
9	0.76	0.86	0.88	0.60	0.60	0.76	0.50	0.76	0.83	0.68	0.61	0.65	0.92	0.76	0.79
10	0.78	0.88	0.88	0.71	0.64	0.76	0.78	0.88	0.96	0.74	0.74	0.69	0.89	0.62	0.64
11	0.76	0.88	0.95	0.75	0.60	0.79	0.83	0.90	0.99	0.95	0.73	0.79	0.62	0.64	0.68
12	0.84	0.88	0.94	0.80	0.60	0.92	0.72	0.88	0.91	0.96	0.66	0.81	0.71	0.65	0.77
13	0.74	0.88	0.84	0.80	0.68	0.90	0.71	1.02	0.82	0.57	0.76	0.96	0.89	0.77	0.69
14	0.68	0.80	0.91	0.92	0.57	0.87	0.79	1.03	0.90	0.97	0.88	0.77	0.95	0.84	0.72
15	0.76	0.87	1.00	0.74	0.63	0.99	0.85	0.94	0.96	0.91	0.59	0.74	0.74	0.71	0.80
16	0.69	0.85	0.97	0.72	0.64	0.90	0.70	0.85	0.93	0.76	0.58	0.84	0.91	0.61	0.69
17	0.59	0.81	0.89	0.94	0.64	0.88	0.82	0.67	0.90	0.71	0.77	0.67	0.96	0.86	0.61

UHR-
ZEIT

PULS (x100)

FELD 10 Hz 10 V/m

VERSUCHSPERSONEN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0.71	0.79	0.85	0.68	0.64	0.92	0.70	0.64	0.94	0.61	0.84	0.80	0.87	0.66	0.77
19	0.68	0.87	0.76	0.80	0.69	0.97	0.71	0.62	0.84	0.65	0.70	0.93	0.79	0.73	0.90
20	0.72	0.90	0.82	0.72	0.56	0.88	0.72	0.72	0.63	0.89	0.83	0.68	0.61	0.65	0.92
21	0.84	0.81	0.87	0.88	0.64	0.92	0.61	0.80	0.85	0.94	0.71	0.61	0.91	0.66	0.68
22	0.76	0.80	0.93	0.81	0.61	0.81	0.60	0.94	0.76	0.86	0.52	0.66	0.80	0.69	0.59
23	0.72	0.84	0.73	0.72	0.56	0.80	0.64	0.82	0.89	0.73	0.65	0.74	0.67	0.81	0.63
24	0.72	0.81	0.82	0.75	0.56	0.84	0.72	0.65	0.84	0.65	0.72	0.89	0.60	0.88	0.70
1	0.70	0.78	1.04	0.76	0.56	0.85	0.75	0.57	0.74	0.61	0.70	0.95	0.60	0.87	0.72
2	0.67	0.77	1.00	0.71	0.56	0.84	0.70	0.54	0.69	0.60	0.65	0.91	0.67	0.82	0.70
3	0.62	0.79	0.84	0.62	0.56	0.81	0.61	0.55	0.67	0.61	0.57	0.81	0.78	0.73	0.64

UHR-
ZEIT

MITTELWERTE

der Meßwerte der 15 Versuchspersonen zur vollen Stunde

	TEMPERATUR			RR SYST.			RR DIAST.			RR AMPL.			PULS			V/m
	0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	5	10	
0700	36.78	36.49	36.63	107	104	105	66	72	70	39	32	34	75	71	53	
0800	36.87	36.61	36.74	116	104	109	74	71	72	40	34	38	78	72	63	
0900	37.01	36.72	36.95	117	107	113	79	75	73	38	32	39	82	74	64	
1000	37.05	36.84	37.01	115	109	111	75	77	72	40	32	38	81	82	68	
1100	37.04	37.04	36.94	118	109	112	82	74	74	37	35	38	81	73	70	
1200	37.06	36.96	37.19	118	112	115	83	76	82	35	37	33	82	79	71	
1300	37.09	37.04	37.22	116	111	113	76	67	64	39	36	38	83	73	71	
1400	37.19	37.07	37.29	115	110	109	78	76	71	37	33	38	82	83	75	
1500	37.21	37.15	37.29	113	111	112	78	76	72	39	35	39	81	86	73	
1600	37.21	37.15	37.27	117	115	111	79	73	72	38	36	39	82	82	69	
1700	37.13	37.19	37.29	122	115	118	83	81	71	39	35	37	83	79	68	
1800	37.14	37.21	37.29	126	119	108	84	79	39	39	33	38	81	81	67	
1900	37.25	37.21	37.34	124	118	113	87	80	81	37	36	38	83	78	68	
2000	37.23	37.16	37.41	123	115	119	83	80	79	39	35	37	84	80	66	
2100	37.28	37.10	37.42	121	115	117	79	81	81	42	34	36	84	82	69	
2200	37.27	37.02	37.32	119	113	117	73	73	80	40	35	34	83	81	65	
2300	37.17	36.94	37.15	118	114	117	80	78	77	39	36	38	83	78	64	
2400	37.08	36.84	37.01	117	111	115	77	77	80	41	34	36	82	80	65	
0100	36.97	36.72	36.89	113	108	116	72	73	82	41	33	35	80	81	66	
UHR-0200	36.35	36.61	36.77	109	107	110	70	76	80	40	31	35	77	79	63	
ZEIT 0300	36.71	36.49	36.64	106	105	114	70	74	75	38	31	34	75	74	59	

6. Quellen

1. ASCHOFF J. Comparative physiology: diurnal rhythms.
Ann.Rev.Physiol. 25 : 581 (1963)
2. " Circadiane Periodik als Grundlage des
Schlaf-Wach-Rhythmus. In: Ermüdung,
Schlaf, Traum (Heryusg. W.Banst) S.59
Wiss.Verlagsges., Stuttgart (1970)
3. " Die 24-Stunden-Periodik der Maus unter
konstanten Umgebungsbedingungen.
Naturwissenschaften 38 : 506 (1951)
4. " Exogenous and endogenous components in
circadian rhythms. Cold Spring Harb.
Symp.Quant.Biol. 25 : 11 (1960)
5. " Tagesperiodik bei Mäusestämmen unter
konstanten Umweltbedingungen.
Pflügers Arch.ges.Physiol. 262:5 (1955)
6. " Circadian clocks. Amsterdam:
North Holland Publishing Company 1965
7. " Desynchronisation and resynchronisation
of human circadian rhythm.
Aerospace med. 40 (1969) S. 844 - 849
8. BECK R.H. Jet Crew Fatigue. Chicago:
Airline Pilots Association, 1964

9. BODANOWITZ M. Die Veränderung tagesperiodischer
Schwankungen der psychomotorischen
Leistung nach transmeridianen Flügen.
Deutsche Versuchsanstalt für Luft und
Raumfahrt. Forschungsbericht 73/52

10. BRUNNER H. Die Belastung fliegenden Personals
KLEIN K.E. auf Langstrecken-Jet-Flügen.
Ärztl.Fortbildung II (1967) S.593-594

11. FLINK E.B. Effect of Sudden Time Displacement by
DOE R.P. Air Travel on Synchronisation of
Adrenal Function. Proc.Soc.Exp.Biol.
Med. 100 (1959) S.498 - 501

12. FRANKE H. Wien.Z. Inn.Med. 28 (1947) 103

13. " Ber.phys.med.Ges. Würzburg,
Neue Folge 65 (1951) 48

14. GERRITZEN F. Studies of the influence of fast
STRENGERS Th. transportation on circadian excretion
ESSER St. pattern of the kidney in Humans.
Med. 40 (1969) S. 264 - 271

15. GERRITZEN F. The diurnal rhythm in water, chloride,
sodium, and potassium excretion during
a rapid displacement from east to west
and vice versa.
Aerospace med. 33 (1962) S.697 - 701

16. GIERSE A. zitiert nach ASCHOFF (6.)

17. GRADL A.L. Luftfahrtmedizinische Aspekte in Bezug auf Blutdruck und Pulsfrequenz bei Klimaunterschied und Zeitverschiebung.

18. GRAF O. Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft 97 (1954)

19. GÜNTHER E. Die Veränderung tagesperiodischer Schwankungen von Atmung und Sauerstoffaufnahme nach transmeridianen Flügen.
DLR - FB (in Vorbereitung)

20. HALBERG F. Chronobiology
Ann.Review of Physiology 31 (1969)
S. 675 - 725

21. HARRIS D.A. Oral Temperature in Relation to
HALE H.B. Inflight Work - Rest Schedules.
HARTMAN B.C. Aerospace Medicine 41 (1970)
MARTINEZ J.A. S. 723 - 727, Washington D.C.

22. HAUS E. Shifts and drifts in phase of human
HALBERG F. circadian systems following intercontinental flights and in isolation.
NELSON W. Fed.Proc. 27 (1968) S.224
HILLMANN D.

23. HAUTY G.T. Pilot fatigue: Intercontinental jet
ADAMS T. flight Oklahoma / Tokyo and vice versa.
Oklahoma City:Office of Aviation Medicine, 1965

24. HAUTY G.T.
ADAMS T. Phase shifts of human circadian system and performance deficit during the periods of transition: III. North-South-Flight Aerospace Med. 37 (1966) S. 1257 - 1262
25. ILSE H. Über die Möglichkeit eines Zusammenhangs zwischen Flugunfällen und atmosphärisch-elektrischen Elementen. Inauguraldissertation an der Med. Klin.Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg 1971
26. JÖRGENS H. Beobachtungen über die Rhythmik vegetativer Funktionen während eines mehrtägigen Bunkeraufenthaltes. München: Bergmann-Verlag 1967
27. JORES A.
BÜNNING E.
HELLBRÜGGE Th.
ASCHOFF J.
MENZEL W.
HALLBERG F.
WYSS R. Chronopathologie und Chronophysiologie. Ärztl.Praxis XIX (1967) S.34
28. KLEIN K.E.
BRÜNNER H.
WEGMANN H.M. Circadian Rhythm in Indices of Human Performance, Physical Fitness and Stress Resistance.
29. KLEIN K.E.
WEGMANN H.M. The Resynchronisation of Human circadian Rhythms after Transmeridian Flights as a Result of Flight Direction and Mode of Activity. - Proc.Intern. Soc.for the Study of Biological Rhythms, Panel on Rhythms and Changes in Environmental Schedules, Little Rock, Ark., USA., 8.-10.Nov.1971.

30. KLEIN K.E.
WEGMANN H.M.
HUNT B.I. Desynchronisation of Body Temperature and Performance Circadian Rhythm as a result of Outgoing and Homegoing Transmeridian Flights.
Aerospace Med.43 (1972) S. 119 - 132
31. KLEIN K.E.
GÜNTHER E.
JOVY D.
MERTENS J.
RIMPLER A.
WEGMANN H.M. Psychological and Physiological Changes caused by Desynchronisation Following Transzonal Air Travel.
in: "Aspects of Human Efficiency" (Ed.: Colquhous P.), S. 295 - 305
London: English University Press, 1972
32. KLEIN K.E.
BRÜNNER H.
JOVY D.
WEGMANN H.M. Circadian Desynchronisation in Performance Efficiency Following Transmeridian Flights. 2nd I.C.R.I.Symp.on Interdisciplinary Cycle Research, Nordwijk, Netherlands, 14.-16.6.1970
33. " Multiple Time Zone travel and the diurnal fluctuation in jet pilots performance. Airlines Medical Directors Association. Symp.on disruption of biological rhythms in commercial aviation, St.Louis/USA, 25.4.1970
34. KLEITMANN K.
KLEITMANN N. Effect of Non-Twenty-Four-Hour-Routine of Living on Oral Temperature and Heart Rate.
J.Appl.Physiol. 6 (1953), S.283 - 291
35. KLEITMANN N.
RAMSROOP A. "Periodicity in Body Temperature and Heart Rate".
ENDOCRINOLOGY volume 43, Juli 1948
S. 1 - 20, Chicago/Illinois

36. KÖNIG H. Über den Einfluß besonders nieder-
ANKERMÜLLER F! frequenter elektrischer Felder in
der Atmosphäre auf den Menschen.
Die Naturwissenschaften 21(1960)
S. 486 - 490

37. LAFONTAINE E. Influence of air travel east-west
LAVERNHE J. and vice versa on circadian rhythms
COURILLON J. of urinary elimination of potassium
and 17 hydroxy-corticosteroids.
Aerospace med. 38 (1967) S. 944 - 947

38. LAVERNE J. Subjective effects of time shifts
LAFONTAINE E. (an inquiry among flight personnel
LAPLANE R. of Air France).
Rev.med.Aeronautique 4 (1965) S.30-36

39. LEWIS S.A. Preliminary Results of the Vigilance
CHRISTIE G.A. Tests from "Project Pegasus".
DALY J.R. in: "Aspects of Human Efficiency"
EVANS J.I. (Ed.Colquhous P.), S. 307 - 315
MOORE-ROBINSON M London: English University Press,1972

40. LICHTENFELS N. zitiert nach MOHLER et al. (43)
FRÖHLICH N.

41. MENZEL W. Menschliche Tag-Nacht-Rhythmik und
Schichtarbeit.
Basel-Stuttgart: Schwabe-Verlag 1962

42. MERTENS J. Die Veränderung der tagesperiodischen
Schwankungen der Körpertemperatur
nach transmeridianen Flügen.
Deutsche Forschungs- und Versuchs-
anstalt für Luft- u.Raumfahrt,

- (MERTENS J.) Forschungsbericht 73 - o1 (1973)
S. 14 - 16, Bonn - Bad Godesberg
43. MOHLER S.R. The Time Zone and Circadian Rhythms
DILLE J.R. in relation to Aircraft Occupants
GIBBONS H.L. taking Long Distance Flights.
Ann. J. Public Health 58 (1968)
S. 14o4 - 14o9
44. NIKUSHKIN G.K. Circadian Rhythms and the Importance
for Space Biology and Medicine.
Space Biol.and Med.(russ.) 3 (1965)
S. 48 - 60
45. PITTENDRIGH C.S. Circadian Rhythms and the Circadian
Organization of Living Systems.
Cold Spring Harb. Symp.Quant.Biol.
25 S. 159 (1960)
46. REHME H. Der Einfluß der Zeitverschiebung
nach Flugreisen auf die tageszeit-
liche Schwankung der Leistung im
Flugsimulator.
DLR - FB (in Vorbereitung)
47. REINBERG A. Circadian Desynchronisation during
transmeridian flights.
Fut.Soc.for the study of time.
PO.Box164,Pleasantville NY/USA 1o57o
48. REITER R. Meteorobiologie und Elektrizität der
Atmosphäre.
Akadem.Verlagsges. Geest & Portik KG
Leipzig 1960: 8 - 10, 71 - 88, 195 -
252, 318, 340 - 348, 372 - 379

49. RUFF S. Über die Folgen der Zeitverschiebung auf den menschlichen Organismus bei heutigen Flugzeugen und Überschallflugzeugen.
Flugwelt International 10 (1966) S.312
50. SASAKI T. Effect of a step change in Temperature
CARLSON L.D. on skin temperature and blood flow.
Prov. Soc. Exp. Biol. Med. 117 (1964)
S. 334 - 338
51. SELYE H. "Stress and the General Adaptation
Syndrome"
British Medical Journal 1950, June 17
S. 1382 - 1392
52. SIFFRE M. L'Isolement souterrain prolongé -
HALBERG F. Etude de deux sujets adultes sains
GHATA J. avant, pendant et après cet isolement.
La Presse Médicale 74 (1966) S.915-919
53. STRUGHOLD H. Physiological day-night cycle in
global flight.
J.Aviat.Med. 23 (1952) S. 464 - 473
54. TIMMERMAN J.C. Day-Night Differences of Body Temper-
FOLK G.E. jr. ature and heart rate after exercise.
HORVATH S.M. Quart.J.Exp.Physiol.44 (1959) S. 258
55. WEVER R. Untersuchungen zur circadianen Perio-
dik des Menschen mit besonderer Be-
rücksichtigung des Einflusses schwacher elektrischer Wechselfelder.
Bundesmin.f.wissenschaftl.Forschung,
Forschungsbericht W 69 - 31 (1969)

56. WEVER R. Die circadiane Periodik des Menschen als Indikator für biologische Wirkung elektromagnetischer Felder.
Zeitschrift für Physikalische Medizin (Sonderdruck) Schattauer Verlag, Stuttgart NY 1971, 2.Jahrg. Nr.6
57. WEVER R. Ein mathematisches Modell für die circadiane Periodik.
Z.angew.Math.u.Mechan.46 (1966) S.148
58. ZÜLCH K.J.
HOSSMANN V. Über die 24-h-Rhythmik des menschlichen Blutdrucks.
Deutsche Med.Wochenschrift 92 Nr.13
S. 567 - 572, Stuttgart 1967

Begriffserklärung

Aktivitäts-Ruhe-Rhythmus (AR-Rhythmus)

Eine Periode des AR-Rhythmus beinhaltet eine Aktivitätsphase, die nach WEVER durch eine häufigere Betätigung der Kontakte unter dem Boden des Versuchsraumes durch die Versuchsperson gekennzeichnet ist, und eine Ruhephase, in der die oben angegebenen Kontakte kaum betätigt werden. Der AR-Rhythmus gibt also den Rhythmus an, in dem motorische Aktivität und Passivität miteinander wechseln.

Autonome Periodik ("free run")

Periodik, die nicht unter dem Einfluß einer periodischen Erregung von außen steht.

Circadiane Periodik

(von lat. circa = ungefähr, dies = Tag)

Gemeint sind die Periodizitäten, die endogenen Ursprungs sind (ASCHOFF und WEVER 1962) und durch periodisch veränderliche Faktoren der Umwelt auf die Erdumdrehung synchronisiert werden.

"free run"

s. Autonome Periodik.

Gleichwert

Der errechnete Wert, um den die Werte eines Parameters während eines Versuchszeitraumes schwingen. Er stellt sich in den Diagrammen als gerade dar.

Horizontale Mittelwertskurve

Kurve, die sich aus der Mittelung aller Werte zu einem bestimmten Zeitpunkt eines Parameters ergibt.

Interne Desynchronisation

Fehlende Synchronisation zwischen verschiedenen biologischen Periodizitäten innerhalb eines Organismus.

Mittelung "Über die Zeit"

Kurve, die sich aus der Mittelung aller Werte zu einem bestimmten Zeitpunkt eines Parameters ergibt (s. Horizontale Mittelwertskurve).

Spontanperiode

Periode, die eine selbsterregte Periodik bei autonomen Verlauf annimmt.

LEBENS LAUF

Am 13.4.1948 wurde ich als Sohn der Eheleute Johannes und Eva Krafft geb.Skrodzki in Offenbach/Main geboren.

Nach der Primarstufe (6 Klassen) in Caracas/Venezuela besuchte ich zunächst ein Jahr die Waldorf-Schule in Benefeld/Hannover und beendete meine Schulausbildung 1968 an der Waldorf-Schule in Frankfurt/Main mit der Reifeprüfung.

Von Juli 1968 bis Oktober 1969 kam ich meiner Wehrpflicht nach.

Im Wintersemester 1969/70 begann ich mein medizinisches Studium an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, legte im Wintersemester 1971/72 die ärztliche Vorprüfung und nach dem Sommersemester 1975 das Staatsexamen ab.

Tim Christian Albrecht Krafft

Buchdruck – Offsetdruck

Karl Döres, 852 Erlangen, Jägerstr. 3 • Tel. 2 15 21